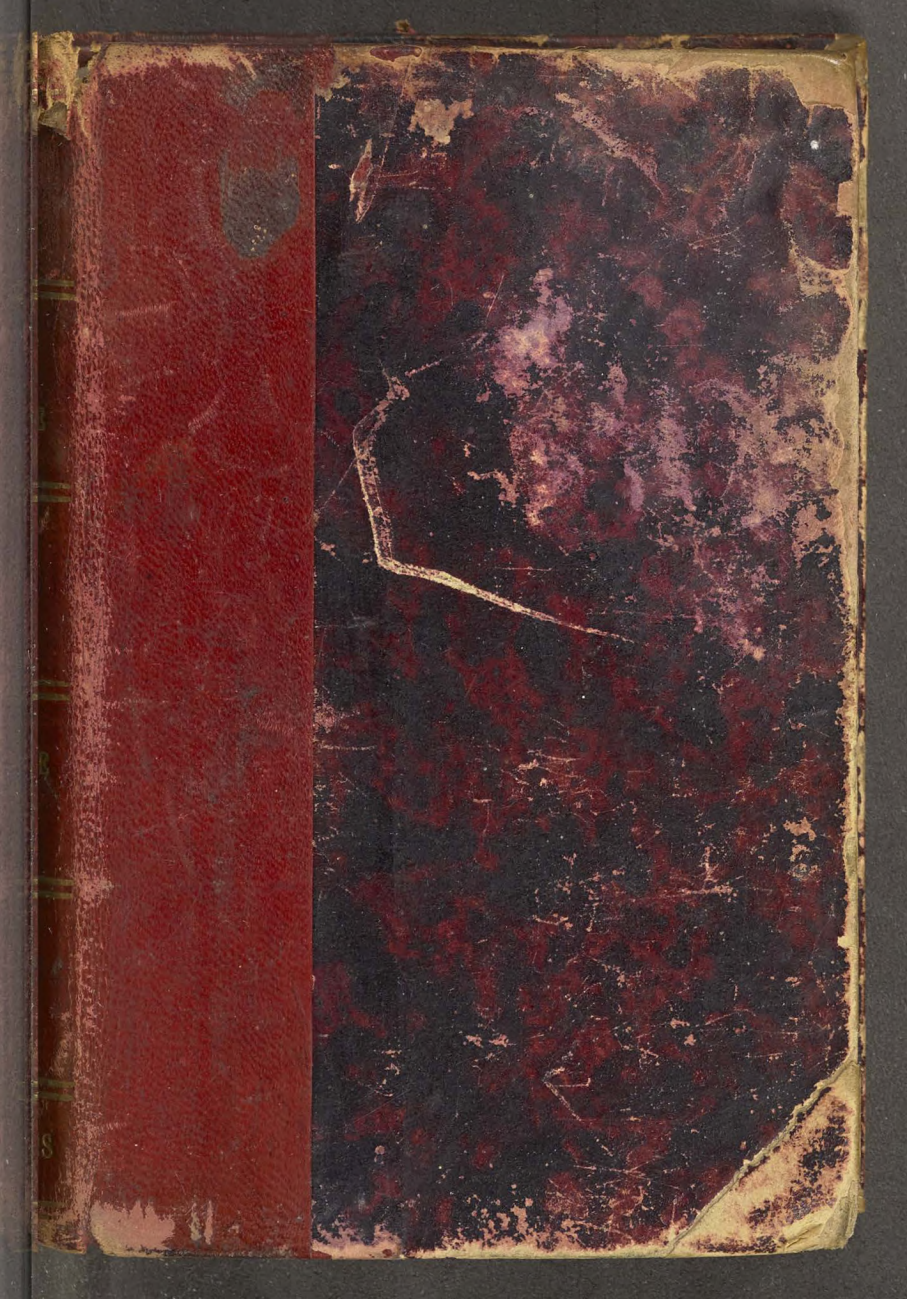

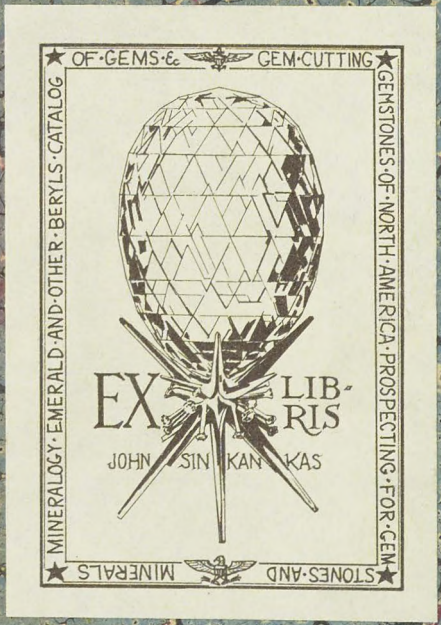
OF·GEMS·&c GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS

16 à 22

Confessionnale

22E
6/77
Pam
2 vols
cut

Encyclopédie Portative.

COLLECTION

DE

TRAITÉS ÉLÉMENTAIRES

SUR LES SCIENCES,

Les Arts, l'Histoire et les Belles-Lettres;

par messieurs

AUDOUIN, AJASSON DE GRANDSAGNE,
BLANQUI AINÉ,
BAILLY DE MERLIEUX, BORY DE SAINT-VINCENT,
CHAMPOLLION-FIGEAC,
FERDINAND DENIS, DEPPING, MILNE-EDWARDS,
HACHETTE, LÉON SIMON, MALEPEYRE,
ETC., ETC.

Scientia est amica omnibus.

BK003401

Imprimerie de HENNUYER et TURPIN, rue Lemercier, 24.
Batignolles.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE
DE MINÉRALOGIE
MODERNE,

DONNANT
la Connaissance de la Structure,
la Nature, les Caractères et la Classification des Minéraux,
avec la Description et l'Histoire naturelle de chacune de leurs espèces,
précédé d'une *Introduction historique*,
et suivi d'une *Biographie*,
d'une *Bibliographie*, et d'un *Vocabulaire*
formant *table synonymique;*

ORNÉ DE PLANCHES;

PAR J. ODOLANT DESNOS,
Membre de plusieurs Sociétés savantes.

Qui pourra nous montrer quels minces corpuscules
De la terre en secret forment les molécules?
DELILLE, *Trois Règnes.*

Tome Premier.

Structure, Nature et Propriétés des Minéraux.

PARIS
MAIRET ET FOURNIER, LIBRAIRES-ÉDITEURS,
RUE NEUVE-DES-PETITS-CHAMPS, 50.

1842.

TABLE
DES MATIÈRES.

Pages.

AVERTISSEMENT. v
INTRODUCTION HISTORIQUE. 1
NOTIONS PRÉLIMINAIRES sur la Minéralogie. 45

PREMIÈRE PARTIE.

STRUCTURE, NATURE ET PROPRIÉTÉS DIVERSES DES MINÉRAUX. 54
LIVRE I. STRUCTURE DES MINÉRAUX. *ib.*
CHAP. I. *Théorie de la structure des cristaux.* *ib.*
CHAP. II. *Des formes et structures symétriques ou régulières des minéraux*, ou CRISTALLOGRAPHIE. 63
Sect. I. *Des formes régulières en général.* 65
§ I. *Structure en général.* 67
§ II. *Du clivage.* 71
§ III. *Du goniomètre.* 75
Sect. II. *Des formes régulières.* 80
Ier *Type.* Système tétraèdre, cubique et octaèdre. 80
IIe *Type.* Système rhomboédrique. 84
IIIe *Type.* Système prismatique droit à bases carrées. 87
IVe *Type.* Système prismatique à base rectangle. 89
Ve *Type.* Système prismatique droit à base de parallélogramme. 92
VIe *Type.* Système prismatique oblique à base rectangulaire. 94
VIIe *Type.* Prisme oblique à base de parallélogramme obliqu'angle. 95
Cristaux mâclés, hémitropes et transposés. 96

Pages.

Sect. III. *Des formes et structures irrégulières des minéraux.* 98
Groupes cruciformes. 100
— en trémies. — Lamellaires. 101
Groupemens fibreux. 103
Groupes colonaires. 107
— Schisteux. 108
— Globuleux. 110
— Granulaires. 113
— Cellulaires, boursoufflés, cariés, poreux ou ponceux. 116
— en stalactites, stalagmites ou mamelonnés. 118
— Imitatifs : lenticulaires ou en crête de coq. 119
— Dendroïdes ou dendrites, et arborisations ou herborisations. 120
— Coralloïdes ou en buisson. *ib.*
— en formes empruntées diverses. 121
Incrustations. — Pétrifications. — Fossiles. 122
Masses compactes. — Terreuses. 129
CHAP. III. *Causes des variations des formes et décomposition des minéraux.* 132
§ Ier. *Variation des formes.* 133
§ II. *Décomposition des minéraux.* 139
LIVRE II. NATURE CHIMIQUE DES CORPS, OU THÉORIE ATOMISTIQUE. 143
CHAP. Ier. *Notions générales sur la composition chimique.* *ib.*
Tableau analogique. 147
CHAP. II. *Des élémens électro-négatifs,* ou minéralisateurs, *et électro-positifs,* ou minéralisables. 151

Pages.
CHAP. III. *Des proportions chimiques.* 155
§ Ier. *Poids des atomes.* 161
§ II. *Du calcul atomistique.* 162
§ III. *Calcul des composés binaires.* 164
§ IV. — *des composés ternaires.* 165
§ V. — *des composés quaternaires.* 169
§ VI. *Calcul de la réduction des atomes en poids proportionnels.* 172
§ VII. *Poids des atomes des corps simples.* 179
Table du poids d'un atome des corps simples. 180
CHAP. IV. *Examen chimique des minéraux.* 181
§ Ier. *Examen par la voie humide.* 183
Tableau des substances minéralogiques et des réactifs usuels, avec les phénomènes qu'ils opèrent. 184
Tableau des réactifs usuels et des corps qu'ils démontrent en minéralogie. 195
§ II. *Essais pyrognostiques* ou *examen par la voie sèche.* 198
LIVRE III. PROPRIÉTÉS DIVERSES DES MINÉRAUX. 206
Notions générales. *ib.*
CHAP. Ier. *Des caractères des sens.* 209
§ Ier. *Des couleurs.* 210
§ II. *De la transparence.* 216
§ III. *De l'éclat et de l'aspect.* *ib.*
§ IV. *Du happement à la langue et du goût.* 217
§ V. *De l'odeur.* 218
§ VI. *Du toucher.* 220
§ VII. *Du son.* *ib.*
CHAP. II. *Des caractères mécaniques.* 221
§ Ier. *Flexibilité et élasticité.* 222

Pages.
§ II. *Dureté.* 225
§ III. *Ténacité et fragilité.* 227
§ IV. *Ductilité et malléabilité.* 228
§ V. *De la cassure.* 230
CHAP. III. *Des caractères physiques.* 232
§ Ier. *De la réflexion.* 233
§ II. *De la réfraction.* 234
§ III. *De la polarisation de la lumière.* 241
§ IV. *Du dichroïsme et trichroïsme.* 242
§ V. *De la phosphorescence.* 243
§ VI. *De l'électricité.* 247
§ VII. *Du magnétisme.* 253
§ VIII. *De la pesanteur spécifique.* 254
Tableau général des pesanteurs spécifiques. 259
§ IX. *Étude des minéraux chez les étrangers.* 266
APPENDICE. DES COLLECTIONS, DES INSTRUMENS ET VOYAGES MINÉRALOGIQUES. 269
§ Ier. *Collections et cabinets minéralogiques.* 271
§ II. *Récolte, préparation, emballage des minéraux.* 272
§ III. *Instrumens de minéralogie.* 275
§ IV. *Voyages minéralogiques.* 279
§ V. *Localités à exploiter en France.* 281
BIOGRAPHIE *des minéralogistes les plus illustres tant anciens que modernes.* 285
BIBLIOGRAPHIE *ou catalogue raisonné des meilleurs ouvrages écrits sur la Minéralogie.* 295

FIN DE LA TABLE DU TOME PREMIER.

AVERTISSEMENT.

Les systèmes divers qui partagent en ce moment les savans placent les élèves et les amateurs de Minéralogie dans le plus grand embarras; ils ne savent comment reconnaître, comment classer les minéraux, les pierres, les terres qu'ils rencontrent, et les collections mêmes, rangées suivant la méthode particulière de leurs propriétaires, sont un dédale où il est presque impossible de ne point s'égarer.

Dans ce conflit d'opinions, l'auteur du *Précis de* Minéralogie a pensé devoir adopter une des plus nouvelles parmi celles des minéralogistes français, et il a pris la classification de M. Beudant pour base de la sienne. L'ouvrage, conçu et exécuté sur ce plan, a encore reçu de notables améliorations d'après les excellens conseils que le savant M. CORDIER, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris, a bien voulu donner pour sa rédaction définitive. C'est ainsi que l'auteur, évitant de donner un caractère trop absolu à son travail, a insisté davantage sur les méthodes de Werner, d'Hauy, de M. Berzélius et de M. Brongniart, qui, avec celle de M. Beudant, divisent encore les savans, et a développé, avec toute l'importance

qu'ils méritaient, les caractères qui servent de fondement à ces méthodes.

C'est d'après ces considérations et cet examen que l'ouvrage a été divisé de la manière suivante : dans le premier volume, après une *Introduction historique* assez étendue sur les connaissances des anciens en Minéralogie, sur les essais de classification et les systèmes proposés jusqu'à nos jours, sur l'importance et l'attrait de la science qui donne la connaissance des êtres inorganisés, et après des *Notions générales* sur la nature de ces êtres, un premier livre traite de la *structure des minéraux et de la cristallisation;* dans le second, on fait connaître leur *nature chimique*, et l'on donne une exposition complète de la *théorie atomistique;* dans un troisième, on passe en revue les propriétés diverses des minéraux qui comprennent les *caractères indiqués par les sens,* les *caractères mécaniques* et les *caractères physiques;* enfin, cette première partie est terminée par un appendice sur *les collections, les instrumens et les voyages minéralogiques.*

Le second volume se compose d'un premier livre, où, après des *considérations sur les classifications minéralogiques* en général, on donne une idée de la *méthode d'Haüy*, du *système de M. Berzélius*, de *celui de M. Brongniart*, de *la classification de M. Beudant*, enfin, des *signes*

et *abréviations usités en minéralogie;* dans un second livre, intitulé *Oryctognosie*, ou *Description et Histoire naturelle des minéraux*, on indique successivement pour toutes les espèces importantes, pour tous les genres et toutes les familles, la composition en poids et en volume, les pesanteurs spécifiques, les caractères physiques et chimiques, la forme cristalline, les variétés, l'historique, les usages et les gisemens de chaque minéral. L'ouvrage, comme tous ceux qui font partie de l'ENCYCLOPÉDIE PORTATIVE, est complété par la *Biographie* des Minéralogistes, par un *Catalogue* raisonné des meilleurs livres publiés sur cette science, enfin par un *Vocabulaire analytique, étymologique* et *synonymique.*

Nous osons espérer que ce plan, suffisamment développé dans toutes ses parties, soumis dans son exécution à l'examen et revêtu de l'approbation du savant professeur que nous avons nommé, sera un guide sûr pour les personnes qui voudront acquérir des notions élémentaires, et cependant assez étendues en Minéralogie; il sera d'autant plus utile, que, parmi les ouvrages publiés récemment sur cette science, les uns ne conviennent qu'aux savans, les autres ne présentent à chaque page qu'erreurs et fautes grossières. Ce travail sera aussi au niveau des découvertes les plus récentes, parce que l'auteur

a emprunté aux archives scientifiques tout ce qu'elles renferment de nouveau et d'intéressant. Hâtons-nous, en terminant, de renvoyer les lecteurs qui voudraient des documens plus étendus aux excellens traités d'Hauy et de MM. Brochant, Brongniart, Beudant, Berzélius, etc. L'auteur se fait un devoir de déclarer ici que leurs ouvrages ont été, avec les conseils de M. Cordier, les principales sources où il a puisé les matériaux qu'il a classés, et auxquels il a simplement ajouté ses propres observations.

PRÉCIS

DE LA

MINÉRALOGIE

MODERNE.

INTRODUCTION HISTORIQUE.

La connaissance de la composition intérieure du globe terrestre offre au moins autant d'intérêt que l'étude des êtres organisés qui existent à sa surface. Cette connaissance est le but de la *Minéralogie générale*. L'investigation des grandes masses terrestres, et celle de la multitude de corps particuliers dont ces masses se composent, se trouvèrent long-temps réunies dans cette science; elle s'est enfin divisée en deux branches parfaitement distinctes. L'une, désignée par le simple nom de MINÉRALOGIE, dirige le savant dans la classification des particules constituantes, habituelles ou extraordinaires, des

masses; l'autre ouvre un vaste champ à tous les GÉOLOGUES, qui, se livrant à des suppositions plus ou moins probables, ou profitant des faits observés jusqu'à eux, ont déjà établi et rejeté tour à tour les divers systèmes que nous possédons sur la formation primitive de notre planète.

La Minéralogie, au premier abord, semble tirer son origine des temps modernes, et nous ne pouvons facilement croire à son ancienneté. Cependant, comme toutes les autres, nous la voyons naître aussitôt que le besoin de vivre en société se fit sentir.

Aussi les premiers hommes qui cherchèrent à dominer l'esprit de la multitude reconnurent facilement que l'étude des phénomènes terrestres pouvait seule les conduire à ce but; on les vit donc se livrer au travail avec ardeur, interroger la nature, et puiser même dans les entrailles de notre globe les secours dont ils avaient besoin. Tout fut mis en usage pour corroborer leur puissance, et les découvertes utiles, simples effets du hasard, furent recueillies avec soin pour être ensuite offertes aux peuples comme des présens de la Divinité.

C'est ainsi que ces hommes apprirent les premiers élémens des arts, et qu'ensuite ils les enseignèrent à leurs adeptes. Il est donc présumable que la Minéralogie fut entre leurs mains une des sciences les plus utiles pour civiliser les hommes des premières sociétés; avec son secours on sut bientôt extraire du sein de la terre les métaux et les pierres. Celles-ci furent les seuls instrumens que la nature présenta d'abord à l'homme: avec elles il fallut se construire des habitations qui ne purent être que de simples cavernes ou de grossiers amas de roches. Parmi ces pierres, l'industrie humaine s'avisa bientôt de choisir les plus dures pour tailler les plus tendres et pour former les outils indiqués par la nécessité. La variation des saisons et le besoin de faire cuire les alimens faisant rechercher une chaleur plus grande que celle du soleil, ce fut des pierres dites *silex* qu'on fit jaillir les étincelles enflammées qui devaient perpétuer le feu sur la terre, comme plus tard, chez les Romains, le répétèrent les chefs religieux du temple de Vesta.

Peu à peu la Minéralogie s'associa aux autres branches de nos connaissances pour

conduire les sociétés vers la civilisation; science de la nature, elle ne demanda pas d'instruction à l'homme pour lui être utile; elle s'offrit pour ainsi dire à lui; et, guidé par ses sens, il n'eut qu'à choisir les substances minérales qu'il voulait appliquer à tel ou tel objet.

A mesure que l'éducation du monde avança, chaque jour de nouvelles directions furent imprimées à la Minéralogie. Dès que le cultivateur, par exemple, en creusant le champ qu'il devait ensemencer, eut découvert quelque filon métallique de fer, d'or, d'argent ou de cuivre, il abandonna son soc de pierre pour adopter de semblables instrumens en métal; et la hache qui lui servait à abattre les arbres avec lenteur, devint plus tranchante du moment qu'il parvint à rendre le fer malléable et qu'il put forger sa cognée.

Ce fut alors que la civilisation marcha à grands pas, et que chacun se distribua une partie spéciale dans l'art d'appliquer les minéraux aux besoins de la société. Les uns apprirent à connaître ces substances en indiquant à quoi elles pouvaient servir; les

autres, simples manœuvres, donnèrent leurs soins à les extraire du sein de la terre et à les travailler de diverses façons.

C'est donc de l'enfance des sociétés que nous devons faire dater l'origine rationnelle de la Minéralogie ; et l'antiquité rapproche peut-être trop cette époque, en n'attribuant qu'à *Vulcain* ou au *Crysaor* des Juifs (personnages qui nous semblent les mêmes), l'invention des ouvrages d'or et d'argent, ainsi que de ceux d'airain et de fer. Car les métaux devaient être connus bien avant ces personnages, dont l'existence fictive ou réelle annonce suffisamment que de leur temps une espèce de civilisation régnait déjà sur la terre. Tout porte à croire qu'on se servit tant bien que mal des filons métalliques dès l'instant que la main de l'homme les eut découverts.

Parmi les premiers individus qui s'adonnèrent spécialement au travail des métaux dans ces temps anciens, et dont les noms nous soient parvenus, on remarqua plus particulièrement *Tubalcain* qui se signala trois générations après Crysaor; ses descendans, ou bien ceux de Seth, donnè-

rent naissance à *Exaël*, célèbre artisan qui marqua son passage sur la terre par un perfectionnement dans l'art de combattre, puisqu'il est le premier qui ait montré aux hommes à fabriquer les épées, les cuirasses et les machines de guerre. Il fut cher à la science tout en déméritant de l'humanité. Avant cette découverte, on savait déjà faire usage des pierres précieuses, bien que les saintes Écritures ne nous parlent de l'emploi de ces dernières que beaucoup plus tard.

Sans nous arrêter sur ce sujet, nous passerons rapidement sur les siècles qui ont précédé le déluge, faute de pouvoir soulever le voile qui les couvre; et nous arriverons à *Bézéléel*, contemporain de Moïse. Il fut, selon ce dernier, choisi par la voix de Dieu pour construire et orner dans le désert l'arche sainte des Hébreux. Élevé par les Égyptiens, il emporta dans sa fuite les talens qu'il avait acquis chez eux. Le tabernacle pompeusement décoré par ses soins, l'heureux emploi que son art sut faire des riches présens apportés à cet effet par le peuple juif, assurèrent sa renommée. L'or et

l'argent sous ses mains prirent diverses formes, et les pierres précieuses lui servirent à broder de mille couleurs et de mille feux le pectoral du pontife. Les descriptions de ses travaux ont été probablement embellies par les chroniques hébraïques; néanmoins on en peut conclure que les Égyptiens étaient déjà fort avancés dans les sciences et dans les arts; que l'or, l'argent, l'airain et le fer leur étaient connus, et que les pierreries étaient pour eux du plus grand prix. Ils les estimaient dans l'ordre suivant : la *calcédoine*, la *topaze* (rose probablement), l'*émeraude*, le *béril*, le *rubis* ou *grenat*, qu'ils désignaient par le nom d'*escarboucle;* le *diamant*, le *ligure*, que l'on pense devoir être une variété du *zircon* actuel; l'*agathe*, l'*améthyste*, la *chrysolite*, l'*onyx* et le *jaspe*. Ils savaient aussi travailler les métaux, les jeter en fonte et les ciseler au burin; leurs vases sacrés en fournissent la preuve. Et sans discuter avec Voltaire sur la promptitude miraculeuse avec laquelle on rapporte qu'ils ont fondu le fameux veau d'or, nous pouvons croire à la connaissance de cet art chez les Hébreux dès leur sortie d'Égypte. Ils connaissaient

en outre l'art de monter les pierreries sur or et sur argent; car il est souvent question, dans les livres saints, de chaînes et bracelets d'or, de boucles d'oreilles, de bagues et autres bijoux qui, sans but d'utilité générale, furent, comme à présent, spécialement destinés à la parure des femmes.

A l'époque de la fuite des Juifs, on peut affirmer, d'après l'état présumé des connaissances des Égyptiens, que ce peuple était alors dirigé vers les arts par des prêtres sages et savans qui regardaient comme indispensable l'étude des sciences, et notamment celle de l'intérieur de la terre. Déjà ces mêmes prêtres avaient jeté les bases d'un système qui depuis divisa toujours les écoles : la fertilité de leur sol étant le résultat des inondations du Nil, ils furent naturellement amenés à penser que l'eau devait être le principe de tout. *Moïse,* recueilli par une fille des rois d'Égypte, et qui fut élevé d'après ses ordres avec le plus grand soin, avait puisé dans les leçons de ces sages d'Égypte les mêmes idées; aussi, dans sa description de la création du monde, il place la terre parmi les élémens, et la regarde comme un

dépôt formé par la stagnation des eaux autour de notre globe.

On peut donc regarder les archives saintes composant l'ancien Testament comme un des plus précieux monumens qui nous restent de ces temps; et nous y puiserons quelques faits tendant à éclairer nos doutes sur l'antiquité des connaissances minéralogiques.

D'abord, comme chez tous les autres peuples d'Orient, nous y trouvons notre *sel commun* jouissant de la plus grande vénération; il était employé dans les sacrifices comme symbole d'une incorruptibilité éternelle. Cette propriété donna lieu au respect qu'on porta au fameux *pactum salis* qu'on trouve au *liv.* II des *Paralipomènes.*

Une autre substance bien connue, surtout chez les Égyptiens, fut le *bitume* ou *poix minérale* dont Noé enduisit l'arche sainte, et avec lequel on présume, d'après la Genèse et Quinte-Curce, qu'on avait cimenté les briques des murs de la tour de Babel et de la ville de Babylone; ce qui indique en outre qu'on savait déjà se servir de l'argile desséchée.

La promptitude du *soufre* à s'enflammer dut frapper les yeux des peuples de tous les temps; aussi les Hébreux lui avaient-ils donné le nom significatif d'*ophérit;* et il paraît, d'après Millin, que les habitans de la Grèce à l'époque d'Homère l'employaient à des usages religieux; car Ulysse en rentrant dans ses foyers, et après avoir tué tous les prétendans à la main de Pénélope, voulut brûler du soufre dans son palais pour le purifier et honorer les dieux.

Je ne m'étendrai pas davantage sur les substances minérales connues de toute antiquité. Mais il est peut-être utile de faire remarquer la hardiesse et l'habileté des peuples d'Orient, dans des siècles où la barbarie couvrait encore les forêts druidiques de la Gaule et de tout l'Occident. Ne doit-on pas admirer le peuple qui arracha du milieu de ses montagnes ces énormes masses de granit, ce peuple dont les obélisques sont presque toujours composés d'un seul bloc, ayant jusqu'à cent dix-huit pieds d'élévation, comme ont pu le remarquer les savans de la commission d'Égypte: on dit même que le travail de quelques-uns de ces blocs a occupé jusqu'à

vingt-mille ouvriers, et que le transport de certains autres n'a pas demandé moins de deux mille bateliers pendant trois ans, pour les transporter par le Nil jusqu'à Saïs, où ils devaient être placés. Les Français, pendant la guerre d'Égypte, n'ont-ils pas eux-mêmes constaté, dans un ouvrage immortel comme leurs victoires, l'étonnant travail de ces monstrueux édifices appelés pyramides, dont le plus grand, composé de pierres d'une trentaine de pieds de longueur, a plus de quatre cent soixante-deux pieds d'élévation. On assure que trois cent soixante-six mille ouvriers ont mis vingt ans à construire cette seule pyramide. En admirant ces travaux, n'est-on pas naturellement porté à croire qu'à l'époque de la construction de ces monumens gigantesques, les sciences prêtaient aux arts un secours puissant?

Plus tard, les Grecs acquirent aussi des Égyptiens la connaissance des phénomènes de la nature, et l'on vit *Thalès*, plusieurs siècles avant notre ère (640 ans avant J.-C.), aller étudier sous les prêtres de Memphis. En reconnaissance de leurs leçons, il les initia dans l'art d'obtenir exactement la

hauteur des fameuses pyramides. De retour dans sa patrie, il éleva une école à Milet. Parmi ses disciples, une partie modifia ses principes, et l'autre adopta différens systèmes.

C'est dans cet état qu'*Hérodote* (450 ans avant J.-C.) trouva une science sur laquelle il a dit quelques mots qui furent taxés d'imposture jusqu'à ces derniers temps, par tous ceux qui n'eurent pas le bonheur ou l'habileté de retrouver les phénomènes dont il fut l'historien. Ses récits, qui semblaient d'abord tenir du merveilleux, prennent chaque jour plus de consistance; ses fables, pour nous, deviennent des réalités embellies seulement des jeux d'une brillante imagination.

Les géologues et les voyageurs modernes ont même reconnu une ombre de vérité dans un passage sur l'exploitation d'or par des fourmis, où il est dit qu'on voit de petits insectes, dans une partie du Bas-Thibet, tirer à découvert des amas de sable aurifère en creusant leurs terriers. Ce phénomène n'est pas rare dans la Haute-Asie et dans plusieurs parties de la Libye, comme nous l'a assuré M. Cordier, un de nos géologues les

plus distingués, qui faisait partie des savans de la commission d'Égypte. D'après l'explication qu'il nous en a donnée, cette exploitation, qui paraît si extraordinaire au premier abord, est toute naturelle. Le sol étant un sable aurifère très-meuble, les fourmis y creusent leurs demeures, et le soulèvent ainsi en forme de buttes ou fourmilières. Vient-il à pleuvoir, les eaux entraînent la terre meuble du sommet de ces buttes; mais les parcelles d'or ayant une pesanteur spécifique plus grande que celle du sable, elles restent à la surface et au milieu des fourmilières, et l'on n'a besoin que de recueillir cette réunion de parcelles pour avoir de l'or assez pur. Ce phénomène, d'après l'analogie des terrains, pourrait peut-être se remarquer aussi en Europe et même en France dans quelques-uns de nos départemens du midi.

Un siècle après Hérodote (340 avant J. C.), un génie plus méthodique, auquel on ne craignit pas de confier la jeunesse du grand Alexandre, essaya le premier de ranger les corps bruts avec ordre, et il en forma deux grandes classes : les *fossiles* et les *métalliques*.

Parmi les premiers, considérés par lui comme d'origine terrestre, il plaça l'*ocre*, le *soufre*, l'*orpiment*, le *minium*, et plusieurs substances qui n'ont même rien de commun avec les minéraux; parmi les seconds, il rangea tous les métaux qui lui semblèrent d'origine aqueuse, parce qu'ils sont ductiles et qu'ils deviennent liquides par la fusion.

Quelle que soit l'erreur d'*Aristote* en principe, nous devons admirer et respecter ses essais. Il fut suivi dans sa classification par *Théophraste* (320 avant J. C.), qui sous-divisa seulement les fossiles en *pierres* et en *terres*, et les groupa suivant leur densité et leur manière de se comporter au feu. C'est donc de cette époque que datent vraiment les *essais pyrognostiques*.

Dans les premières années de la fondation de l'église chrétienne, *Dioscoride* (75 ans de J.-C.) divisa les minéraux, d'après leur nature, en *terrestres* ou en *marins*. On retrouve cette division dans les ouvrages de *Pline*, et l'on accuse ces deux auteurs de l'avoir empruntée à un certain *Sextus Niger*, dont il ne nous reste absolument rien. Cette imputation, bien ou mal fondée, n'ôte

aucune valeur aux ouvrages du naturaliste romain, qui prit un soin particulier de nous conserver dans ses extraits la description exacte des terres, des pierres, des métaux, de leur exploitation et de leurs usages. Nous retrouvons même l'opération de l'amalgame dans un moyen que Pline indique, et dont on se servait à Rome pour retirer l'or et l'argent des vieux habits. Une catastrophe horrible marqua la mort de cet ami des sciences; il périt au pied du Vésuve, à la suite d'une épouvantable éruption. Infatigable observateur de la nature, on dirait que, sur le point d'être devinée, pour échapper à ses regards investigateurs, elle se vit forcée de l'engloutir dans son sein!

A cette époque, et probablement bien avant Pline, une grande partie des propriétés de certains minéraux était déjà connue, et l'électricité même n'était pas restée inaperçue, puisque cet auteur assure que « les Nasamones, peuple de la Libye, croyaient que leur *pierre électrique,* appelée *carbunculus* et *carchédonius,* étaient tombées du ciel dans leurs montagnes. »

Bien d'autres fables pourraient encore

être rapportées; car Pline nous a transmis toutes celles qui étaient en faveur de son temps. Il nous semble plus utile d'indiquer d'une manière précise, l'état de la minéralogie à l'instant où ce grand naturaliste écrivait. C'est la seule époque ancienne qui nous soit passablement connue. Nous lisons dans cet auteur que le *diamant* pouvait se percer avec un autre diamant, travail bien difficile qui n'a été retrouvé que depuis peu d'années, et auquel l'horlogerie doit la perfection de ses montres, grâce aux soins du fameux Bréguet.

Sans chercher à suivre le naturaliste romain, observons que l'*argile* avec laquelle on composait alors les briques cuites et les vases tournés, servait en outre à faire des briques non cuites, que dernièrement encore on a voulu faire passer comme une invention presque nouvelle. Cependant ces briques crues sont maintenant reconnues avoir été d'un usage immémorial en Égypte; car nous voyons dans la description des ruines de *Sân* ou Tanis des anciens, par M. Cordier, que l'enceinte de cette ville était construite en briques crues fort grandes,

composées de la terre du sol, pétrie avec de la paille hachée. La célébrité de cette ville, dont l'existence remontait déjà à une assez haute antiquité du temps de Moïse, nous prouve que ces briques, dont il est aussi parlé dans la Bible, ne sont pas une invention récente. Nous remarquerons encore que bien avant cette époque on savait rendre les bois incombustibles ; car nous lisons dans Aulu-Gèle qu'Archélaüs, combattant sous Mithridate, fit construire une tour de bois qui, par un enduit d'alun, fut mise à l'abri de l'incendie.

Quant aux diverses couleurs employées en peinture, on les obtenait des ocres ou terres argileuses, plus ou moins et différemment colorées par des oxides métalliques; et les Égyptiens, ce peuple antique qui fit l'éducation des Hébreux, possédaient, bien long-temps avant Pline, des couleurs d'une vivacité inaltérable, comme nous l'indiquent les peintures qui décorent leurs sarcophages et leurs amulettes. Mais dans cette partie des arts nous n'avons presque rien à envier aux anciens. Nos David, nos Gérard, nos Gros, et tant d'autres peintres

illustres ont prouvé victorieusement que le talent ingénieux d'appliquer savamment les couleurs sur la toile, peut aujourd'hui les faire ressortir aussi vives que celles qui brillèrent autrefois sur la palette de Xeuxis ou d'Apelles.

Nous ne passerons pas sous silence ces marbres antiques dont les Romains décoraient leurs édifices. Le luxe et le faste que ces maîtres du monde étalaient pendant leur vie, les entouraient encore après leur mort. C'est ainsi que de magnifiques tombeaux, surmontés de l'urne cinéraire, attestaient que leur orgueil leur avait survécu. Pour recueillir avec soin les cendres des riches ou des grands hommes, on eut recours à la minéralogie. On devine aisément que je veux parler des toiles incombustibles d'*amiante,* composées des filamens de cette matière minérale. Ces toiles, dans ces temps, sans être très-rares, étaient pourtant du plus grand prix; aujourd'hui qu'on a changé le mode de sépulture, elles seraient à peu près inutiles.

Peu après la mort de Pline, la minéralogie eut pour auxiliaire cette science occulte

dont le but était de trouver l'art de faire de l'or; on assure même qu'une avidité sordide succédant aux appétits sanguinaires de Caligula, il voulut forcer l'orpiment à revêtir la forme, la couleur, et prendre toutes les propriétés du métal le plus précieux. Cette folie, qui donna quelque repos à l'humanité, avait alors le surnom d'occupation des sages, d'*art hermétique* et divin, et en dernier lieu d'*alchimie*. Source de la chimie actuelle, cette science fut souvent de la plus grande utilité à la métallurgie : ce fut *Zozime*, auteur grec, qui en parla le premier. Il paraît que les Égyptiens avaient porté cette science tellement loin, que Dioclétien, au dire de Suidas, fut effrayé du pouvoir des alchimistes, et qu'à la prise d'Alexandrie il fit brûler toutes leurs archives mystérieuses, qui n'étaient probablement que des notes scientifiques recueillies d'après les expériences. Les Grecs enseignèrent (an 700) à leur tour aux autres nations les sciences et les arts; et ce fut un siècle après la mort de Mahomet que *Géber*, auteur arabe, apporta de la Grèce en son pays la connaissance de la transmutation des métaux. L'épée du grand

prophète avait prouvé forcément la bonté de sa religion dans l'Orient; il en fut de même chez les Arabes, et ce fut à la suite de ces conquêtes que Géber fit dominer dans ce pays l'heureuse influence des sciences dont il avait besoin. L'étude y produisit quelques hommes remarquables; *Avicenne* (1100) surtout se fit connaître par une division minérale qui était encore admise il y a quelques années; il avait créé quatre classes : les *pierres*, les *métaux*, les *soufres* ou *substances inflammables*, et les *sels* : il avait démontré en outre l'utilité de la chimie pour distinguer les minéraux. Ici nous voyons naître l'*analyse générale* et les essais chimiques et minéralogiques par la voie humide. Au milieu de cette succession de lumière et d'obscurité dans les travaux scientifiques, la théorie d'Aristote reprit faveur pendant quelque temps (1214), grâce aux soins du moine *Roger Bacon*, qui la répandit en Angleterre, où l'ignorance de ses compatriotes l'avait forcé à chercher un asile. L'expérience guidait toujours ses travaux, et tout porte à croire que la composition de la poudre à canon ne lui resta pas inconnue.

Les alchimistes instruits et les ignorans souffleurs de charbon continuèrent à forcer le hasard de leur offrir, de distance en distance, des découvertes utiles; ainsi (1250), *Raymond Lully* trouva l'opération du départ des métaux; *Valentin* fit connaître l'antimoine et les diverses propriétés médicales de ses composés, et *Isaac* enfin soumit l'analyse métallique à quelque méthode.

Un repos assez long vint engourdir les sciences : le fanatisme religieux domina presque seul pendant plus d'un siècle. Quelques savans courageux osèrent cependant lutter contre les sectes religieuses, et tentèrent d'éclairer de nouveau le monde; mais ils furent presque tous victimes de leur généreux dévoûment. Ainsi, dans ces temps de barbarie (1400), *Agricola* ne fut-il pas privé pendant cinq jours de sépulture, pour s'être opposé aux Luthériens? C'est à lui qu'on doit la renaissance de la métallurgie. Dans le cours de ses nombreux travaux, il fit la découverte du bismuth; et, ce qu'on n'apprendra pas sans le plus profond étonnement, c'est que les opérations des mines et les machines d'exploitation qu'il a décrites,

étaient encore à peu près en usage à la fin du dix-huitième siècle; mais depuis le commencement du siècle actuel, nos ingénieurs modernes leur ont fait subir une foule de perfectionnemens plus importans les uns que les autres, et les travaux des mines, indiqués par Agricola, ont éprouvé une métamorphose complète.

Nourri de la lecture des savans alchimistes grecs, ce savant n'avait pu se défendre d'une superstition populaire : il croyait, dit-on, aux esprits follets ; et, comme nos simples mineurs, il les accusait de produire les effets souvent terribles des *mofettes*.

Vers 1541, *Paracelse* se livrait aussi aux travaux hermétiques : il obtint le zinc dans la série de ses expériences; tandis qu'un simple potier de terre, *Bernard de Palissy*, fit remarquer la France pour la première fois dans la science minéralogique.

Enfin parut en Europe un de ces génies extraordinaires dont la nature se montre si avare, le célèbre chancelier *Bacon* fit pressentir l'attraction, en regardant toutes les parties de la matière comme mues par une force cachée qui les oblige à graviter l'une

vers l'autre. Déjà, liv. 7, chap. 8, Pline avait entrevu cette vérité en prévenant qu'il ne fallait pas nier la gravité des corps; mais plus tard (1642), un génie d'un ordre encore plus élevé vint réclamer l'honneur de cette découverte, et l'illustre *Newton* apporta les preuves irrécusables de la gravitation.

La minéralogie marcha bientôt de progrès en progrès, et les recherches des savans amenèrent des résultats plus ou moins heureux : les uns firent revivre des systèmes oubliés, comme *Bécher* (1664), qui donna une attention toute particulière aux indications déjà présentées par Théophraste et Avicenne, sur la manière dont les minéraux se comportent au feu ; les autres firent des découvertes spéciales. En Danemarck, l'anatomiste *Sténon* (1669) observe le premier des êtres organisés dans les couches de la terre; en Angleterre, le physicien *Boyle* (1673) retrouve la propriété extraordinaire de l'électricité dans certains minéraux; plus tard, c'est *Burnet* (1681), et ses rêves sur la croûte de la terre; *Woodwart* (1708), et sa suspension momentanée de la cohésion des miné-

raux; ensuite *Scheuchzer*, et sa cause du déluge; *Whiston*, et sa création de la terre; c'est *Brandt* (1723), découvrant l'arsenic et le cobalt; en 1730, *Bromel* propose son système, tandis que le platine se présente à *Wood;* bientôt (1739) *Cramer* offrit sa classification, et fut suivi dans la route des essais d'arrangement, par *Henckel* (1747) et *Woltersdorff* (1748). Mais vers ce même temps (1767), l'on vit sur l'horizon scientifique deux hommes illustres dont les travaux de chacun forment des époques marquantes dans la Minéralogie, qui n'est sortie de ses langes qu'à l'apparition de ces deux génies : l'un, *Walerius*, en Suède, a établi le premier la méthode des caractères extérieurs sur des bases plus certaines que celles adoptées avant lui, et il fit dominer ce moyen pour déterminer l'espèce des minéraux; l'autre, *Cronsted* (1750), donna naissance à sa classification par ordres, genres et espèces, d'après la composition chimique des substances. Au milieu de ces travaux Cronsted trouva le *nikel* et se livra aux essais pyrognostiques du chalumeau avec *Gahn* son élève. Pendant que Cronsted

publiait et corrigeait son système, divers essais de classification furent faits par *Gellert* (1750) et *Cartheuser* (1755); alors *Leibnitz* s'amusait, à la manière de Descartes, à supposer la terre un soleil éteint, lorsque *Demaillet* ne voyait partout qu'inondations et poissons. Enfin (1755) parut le grand écrivain de la nature, l'immortel *Buffon*, apportant au secours des sciences son profond génie et le charme séduisant de son style. Il observa beaucoup, écrivit encore plus et se trompa quelquefois; mais ses erreurs mêmes ont de l'attrait, et l'on s'épuise en vains efforts pour oublier les pages séduisantes qui auront l'inconvénient de faire passer ces erreurs à la postérité.

Après cet illustre naturaliste, qui fit de la terre un corps détaché du soleil par le heurtement d'une comète, on continua à faire des recherches positives sur les phénomènes terrestres; et diverses descriptions de plusieurs parties du globe furent publiées : ainsi *Tylas* en Suède (1756), et *Lehmann* (1759) en Allemagne, se firent remarquer par leurs travaux d'observation, pendant que *Sage*, métallurgiste de Paris,

indiquait aux gens du monde les progrès de la science, et que *Venzel* (1762) et *Valmont de Bomare* (1764) cherchaient à établir un système basé sur les caractères extérieurs.

Au milieu de cette marche rapide, on arriva à la géographie physique de *Bergmann*, dans laquelle se trouvent exposées avec ordre et méthode les notes des savans et le peu de lignes que plusieurs voyageurs avaient consacrées dans leurs écrits à la description du sol qu'ils avaient foulé. Quelques-uns de ces voyageurs, plutôt observateurs de la nature que des mœurs des nations, enrichirent la science de nouveaux faits, et la dotèrent pour ainsi dire des matériaux dont elle avait besoin pour se fixer définitivement : ainsi l'on vit *Faujas* et *Deluc* (1770) explorer les volcans ; et ce dernier produire son *système fluviatile*, tandis que *Linneus* apercevait l'uniformité des cristaux, et que le célèbre *de Saussure* faisait connaître l'intérieur des Alpes. Alors l'Italie à son tour (1771) vint fixer l'attention générale : de nouvelles idées furent émises par *Capeller* sur les cristaux. Cette découverte offrit un vaste

champ aux naturalistes; ce qui n'empêcha pas *Scopoli* (1772) de proposer de classer les minéraux d'après leurs caractères extérieurs, lorsqu'en même temps M. *de Born* établissait un système à peu près pareil à celui de Cronsted.

A cette même époque (1774) à peu près, l'on vit paraître un réformateur de la science, celui qui le premier envisagea sous son véritable point de vue l'étude générale de la Minéralogie. C'est *Werner*, fondateur de l'école de Freyberg en Saxe. Ce savant, pour ainsi dire fils de Wallerius et de Cronsted, leur emprunta les élémens de son propre système, et introduisit la méthode linnéenne dans la Minéralogie, en s'appuyant sur les expériences chimiques d'Homberg et de Wensel. Il envisagea les minéraux sous trois points de vue différens, savoir : leur nature chimique, leur structure et leurs caractères extérieurs : dans ses leçons, il divisa les minéraux en simples et mélangés; les premiers, formant une grande classe, furent traités sous le nom d'*oryctognosie*, et décrits d'après leurs caractères extérieurs, et les impressions qu'ils font sur nos sens;

les seconds firent partie d'une autre classe, comme entrant spécialement dans la composition des grandes masses. Doué d'un tact très-délicat, ce professeur *méthodisa l'empyrisme ;* il s'entourait, dans ses cours, d'un grand nombre d'échantillons, et, s'abandonnant à ses heureuses inspirations pour décrire les minéraux, il rapprochait par leurs propriétés analogues ceux qu'il avait sous les yeux. C'est ainsi que chaque jour il obtenait les applaudissemens d'un auditoire nombreux et instruit, à l'influence duquel il dut, et sa réputation, et la propagation européenne de son système tant oryctognostique que géognostique. Mais ce système bientôt fit naître des discussions qui, basées sur des faits observés, devinrent précieuses pour l'avancement de la science.

Après sa mort, son système géognostique surtout, qui était tout neptunien, fut vivement attaqué, et ses élèves furent obligés de le défendre : les uns s'acquittèrent de ce devoir avec cet enthousiasme aveugle qui ne sait faire aucune concession; les autres, avec cette sagesse qui met à part et abandonne les erreurs pour profiter seulement des vérités,

en recueillant toujours de nouveaux faits afin d'éclairer leur conscience et celle de leurs antagonistes. Parmi ces derniers, qui abandonnèrent en partie le système de Werner et dont la sagacité de jugement n'appartient qu'aux hommes du plus grand génie, MM. de Buch et Alexandre de Humbolt viennent naturellement se placer en première ligne; après eux, MM. Brochant et d'Aubuisson ont des noms assez célèbres pour prouver que l'école de Freyberg forma des savans distingués.

En 1779 *Monnet*, et *Fourcroy* en 1780, établirent chacun un système chimique des minéraux.

Chaque jour, la chimie continua donc à rendre de nouveaux services à la Minéralogie : *Dellnyard* (1781) découvrit le tungstène, *Grégor* le titane, *Muller* le tellure, *Hielm* (1782) le molybdène; et *Bergmann*, adoptant en partie le système de *Cronsted*, y ajouta deux ordres de terres, la magnésie et la baryte. *Kirwan*, en suivant la même division, rangea le diamant parmi les graphytes, et *Richter*, en répétant les expériences de *Wenzel*, chercha à déterminer la saturation

des acides et des bases, tandis que *Valmont de Bomare* imaginait, probablement avec raison, la formation vaporeuse des filons. A cette époque (1783), *Romé de Lille* démontra la constance des angles que font entre elles, dans les espèces, les différentes faces des cristaux, malgré les anomalies qui sont quelquefois causées par l'empiètement des faces.

Après eux, *Daubenton* (1784), peu satisfait des résultats des analyses chimiques, divisa la Minéralogie en quatre ordres : le premier contient les *sables*, les *terres* et *pierres*, suivant qu'elles étincellent ou non sous le choc du briquet, et qu'elles font effervescence avec les acides : à la suite de cet ordre, il rangea les *agrégats*. Le second renferme les *sels solubles* dans l'eau, sans y comprendre toutefois le gypse et le carbonate de chaux; car ces substances n'étaient encore regardées que comme de simples pierres. Les *corps inflammables* trouvent place dans le troisième ordre, et les *métaux* forment le quatrième; en rejetant dans un appendice les *produits volcaniques*.

Toutes ces méthodes plus ou moins arbitraires ne pouvaient convenir à l'esprit

d'un profond mathématicien. Aussi, tandis que *Klaproth* découvrait l'urane, un élève de *Daubenton*, réfléchissant à la similitude cristalline des minéraux, déjà indiquée par Linnée, Capeller et Romé de Lille, enfanta un nouveau système. Ce fut le célèbre *Haüy*, qui devint le créateur de l'école française. Pour arriver à ce but, il mit à contribution les travaux de ses prédécesseurs et leur emprunta ce qu'il pensa devoir être le plus propre à fonder une bonne méthode : les grandes classes furent divisées d'après la nature chimique des corps, puis il appliqua d'une part les mathématiques et la physique à la connaissance des espèces cristallisées, les forçant de cette manière, pour ainsi dire, à se faire reconnaître par les formes régulières que l'exactitude du calcul imposait aux cristaux; ce travail, qu'il perfectionna jusqu'à sa mort, parut sous le nom de *cristallographie;* et d'une autre part, tant pour venir à l'appui des caractères géométriques que présentent les cristaux, que pour avoir les moyens de reconnaître les espèces non cristallisées, il admit dans son système la réfraction, le magnétisme, l'élec-

tricité, la pesanteur spécifique, et plusieurs autres caractères chimiques et extérieurs, en donnant, dans la description de ces espèces, la prééminence aux caractères résultant de l'agrégation. M. Haüy a donc réuni tous les caractères et a perfectionné leur étude en y ajoutant tous ceux que la physique pouvait lui offrir. Cette théorie fut développée dans son grand ouvrage de Minéralogie, qui reçut depuis, divers développemens et plusieurs modifications; son auteur, guidé par les progrès journaliers de la science, lui ayant fait subir, dans deux éditions successives, d'importantes améliorations. Cependant il faut avouer qu'elle exigeait une telle masse de connaissances préliminaires, qu'elle n'eût peut-être pas obtenu sa célébrité, si Haüy, comme Werner, n'eût pas eu pour auditeurs les savans élèves d'une École des mines, celle de Paris. Car cette classification, toute savante qu'elle est et malgré son exactitude, ne laissa pas que d'effrayer à cette époque les minéralogistes, quand elle leur démontra que la structure des minéraux peut offrir plusieurs milliers de formes différentes.

Vers cette époque, les géologues entamèrent une discussion de la plus grande importance, et peut-être au-dessus des forces de l'entendement humain : elle était relative à la connaissance de la formation primitive du globe ; elle partagea et partage encore en deux classes le monde savant : les uns, partisans du système aqueux des Égyptiens et de Moïse ; les autres, composés en partie des élèves de Werner, qui avaient abandonné les opinions systématiques de leur maître, considérant au contraire la fusion ignée comme le premier principe de la formation terrestre. C'est dans cette discussion du plus haut intérêt, et dans l'établissement des faits qui ont rendu la GÉOLOGIE une véritable science, que se distinguèrent avec tant d'éclat M. *Cordier*, un de nos plus célèbres professeurs, ainsi que MM. *Cuvier* et *Brongniart*, dont le *Discours sur les révolutions du globe* sera toujours un monument du génie. Vers le même temps aussi, et depuis, nous avons vu MM. *Backwel*, *Greenough*, *Conybeare*, *Buckland*, *Esmarck*, *Voigt*, *Freisleben*, *Hausmann*, *Escher*, *Brocchi*, *de Boué*, *de Férussac*, *Constant-Prévost*, *Jules Desnoyers*, et un grand

nombre d'autres observateurs habiles, étendre le domaine de cette partie de la science minéralogique.

La lutte établie à ce sujet entre les géologues s'est beaucoup affaiblie : on a compris qu'il ne serait peut-être pas impossible que les deux opinions se trouvassent également fondées, mais qu'elles ne fussent seulement applicables qu'à quelques parties spéciales de l'écorce de la terre.

Les recherches auxquelles ces discussions ont donné lieu n'ont pas été sans utilité pour la minéralogie proprement dite; un grand nombre d'espèces nouvelles furent décrites, et l'analyse chimique éleva l'échafaudage qui devait servir à étayer les nouveaux systèmes méthodiques qu'on pourrait proposer par la suite.

En 1797, arrivèrent les découvertes du chrôme par M. Vauquelin, le traité sur l'espèce minéralogique de *Dolomieu*, et l'on vit M. Hatchett obtenir le colombium ou tantale; M. *Wollaston*, le palladium et le rhodium; M. Descotis (1803), l'iridium, et M. Tennant, l'osmium. Tandis que *Berthollet* publiait les résultats de ses analyses chimiques, M. *Dalton*

(1804) en fit l'objet des méditations de son génie, et offrit une théorie nouvelle sur la composition des corps; il fut suivi dans cette route par le docteur *Wollaston*, qui débuta dans ses recherches par le rapport des nombres dans l'oxalate, le bi-oxalate et le quadroxalate de potasse. L'exactitude de ce travail fut confirmée par M. *Berzélius*, qui obtint le cérium, cette même année.

Ces faits et plusieurs autres attirèrent peu à peu l'attention des savans, et fixèrent particulièrement celle de sir *Humphry Davy*, qui découvrit bientôt, dans le cours de ses recherches, les élémens des alcalis et des terres, auxquels il donna les noms de potassium, sodium, barium, strontium et calcium: ses expériences galvaniques l'occupèrent presque exclusivement alors (1810). De son côté, *Berthollet* continuait ses travaux d'analyse; et, à l'exemple de ce philosophe ancien pour lequel le pauvre genre humain n'était qu'un sujet continuel de blâme et de sarcasmes, M. Dalton faisait renaître le système des atomes de Démocrite, en déclarant adopter la divisibilité de la matière, jusqu'à une dernière parcelle supposée in-

finiment petite, mais encore pondérable; et prendre l'hydrogène pour unité ou point de départ des comparaisons qu'il voulut établir pour arriver à la connaissance exacte du poids de l'atome, c'est-à-dire du plus petit fragment de chacun des corps. Il est probable qu'il fut entraîné dans cette opinion par la légèreté de l'atome de l'hydrogène; mais il ne fit pas réflexion que le poids de ce gaz n'étant ni parfaitement connu ni répandu dans le plus grand nombre des corps, il était imprudent de fonder ses calculs sur un point de départ si peu stable; aussi cet inconvénient fut parfaitement senti par le docteur Wollaston, qui, le premier, adopta l'oxigène pour unité, attirant à son opinion MM. Berzélius et Thomson.

En même temps que cette division se jetait parmi les chimistes de nos jours, sur le choix de l'unité atomistique, les minéralogistes n'étaient pas plus d'accord : d'un côté, l'on voyait M. Brochant défendre l'école de son maître, en faisant paraître une partie du système de Werner; et de l'autre, on entendait dans les cours publics M. Brongniart soutenir la méthode

d'Haüy, qui, l'année suivante, trouva un nouvel appui dans Malus (1811), après sa découverte de l'axe de réfraction des cristaux, découverte devenue depuis fort importante par les travaux de MM. Biot et Brewster. Mais les expériences de M. *de Mitscherlich* ayant démontré que les formes se multiplient à l'infini, en recevant des modifications suivant les circonstances dans lesquelles se trouvent les substances, et notamment en raison des variations de la température, et que par suite de ces modifications il doit exister et il existe en effet des analogies de forme entre des espèces très-différentes, on chercha à simplifier la connaissance des minéraux qui semblait se compliquer de plus en plus : les chimistes saisirent cette occasion pour présenter des systèmes méthodiques spécialement basés sur la composition chimique. Ce fut alors qu'on les vit concourir à l'envi à la recherche de la vérité, dans le pur intérêt de la science. Ainsi le docteur Wollaston (1815) dressa, par le calcul, son échelle des équivalens; on (1818) obtint la pesanteur spécifique des corps dans leur état gazeux, et par suite le poids de leurs atomes. M. Stro-

meyer découvrit le cadmium; M. Awferdson, le lithium; et M. Berzélius (1819), renouvelant les expériences déjà faites par Cronsted sur les minéraux par le secours du chalumeau, parvint, avec cet instrument, à obtenir les meilleures et les plus promptes analyses microscopiques des substances.

Ces découvertes, comme on peut le concevoir, jetèrent la plus grande incertitude dans les diverses classifications, qui, dès lors, ne purent passer que pour de simples méthodes artificielles. La chimie offrit plus que jamais une chance de certitude à laquelle on n'avait pas encore pu arriver dans le classement des espèces en familles, quoique cependant, dans tous les systèmes, excepté celui de *Mohs*, les substances minérales eussent été rangées en grandes classes d'après leur nature chimique; mais on avait abandonné le classement des espèces et des familles à des caractères plus ou moins variables, ne présentant que des moyens qui souvent offraient des caractères analogues dans plusieurs espèces différentes, même quand d'ailleurs ces espèces étaient susceptibles de prendre des formes régulières : M. Ampère

(1820), pour résoudre ces difficultés, chercha à former une classification chimique d'après l'analogie qui règne entre les élémens des espèces et d'après celle qui lie ces espèces les unes avec les autres; mais cette idée ingénieuse d'une échelle analogique, sans être absolument neuve, n'a point été adoptée par les chimistes, et ne l'a été que par un très-petit nombre de minéralogistes qui étudièrent depuis les espèces minérales; enfin, peu de temps avant (1819), M. Berzélius avait proposé une classification des minéraux; il les divisa, d'après leurs propriétés électro-chimiques, en deux grandes classes, qu'il sous-divisa en plusieurs ordres. Ce savant distingué n'a fait que proposer ses idées, laissant au temps à les modifier, suivant l'avancement de la science.

Cette méthode de M. Berzélius a été en partie adoptée par M. Brongniart, et appliquée aussi en partie par M. Haüy à sa méthode, dans la deuxième édition de sa Minéralogie; M. Beudant lui-même (1822) a emprunté le fond de son propre système au savant Suédois, en admettant pour point de départ le cercle des analogies chimiques des

élémens de M. Ampère; mais dans ce moment où un véritable chaos règne dans nos classifications, MM. Beudant et Berzélius sont en discussion sur leurs manières diverses de classer les substances minérales. Toute liberté est donc accordée, en cet instant, sur le mode de grouper les espèces: heureusement que ce mode de groupement en grandes classes est assez indifférent, pourvu qu'on puisse toujours reconnaître les espèces et les ranger par familles.

Depuis dix ans, comme on vient de le voir, les découvertes qui chaque jour se sont renouvelées avec une rapidité surprenante, ont été cause du peu de stabilité des divers systèmes tour à tour émis et abandonnés, jusqu'à ce que la chimie soit enfin venue imposer sa loi à la minéralogie, qui a refusé long-temps de la reconnaître comme protectrice, malgré les travaux faits à son profit, à différentes époques, par MM. Dalton, Davy, Wollaston et Berzélius. Il existe toujours, même en France, une division de principes telle, que nos professeurs les plus célèbres de Paris ne sont pas d'accord sur leur mode d'enseignement.

Indécis, d'après le conflit d'opinions qui existe parmi nos professeurs, et forcé de choisir entre leurs systèmes, nous nous sommes donc décidé pour l'un des plus nouveaux, sans cependant prétendre le considérer comme le meilleur; car, simple historien des faits, notre intention n'a jamais été de juger les travaux des savans auteurs des diverses classifications, et nous ne pouvons nous permettre d'attaquer ou de défendre des hommes pour lesquels nous aurons toujours le respect qu'exige leur mérite. Aussi, afin de montrer notre impartialité, lorsque nous parlerons des classifications, nous donnerons en détail les méthodes les plus dominantes; de cette manière, chacun pourra choisir celle qui lui plaira le mieux d'adopter; mais, devant tenir le public à la hauteur des nouveautés scientifiques, nous avons dû lui offrir ici la classification de M. Beudant; et, pour faciliter la reconnaissance des espèces, nous ajouterons à ses descriptions les observations que nous puiserons dans les leçons des divers professeurs que nous avons suivis. Ainsi nous ferons nos efforts pour que la cristallographie ait pour contre-épreuve

le système empyrique, et ce dernier les analyses chimiques; persuadé qu'à l'aide de ce contrôle, on doit parvenir peu à peu, et sans commettre de trop graves erreurs, à fixer définitivement l'espèce et la variété de chaque minéral.

Nous voilà parvenu au point où finit l'histoire de la Minéralogie, c'est-à-dire à l'époque présente, et cependant nous n'avons pu citer une foule de savans auxquels cette science doit quelques parties de son avancement. Ainsi, MM. Philipps, Jameson, Atkins, Monteiro, Weiss, Léonhardt, Parsch, Monticelli, John, Gmelin et Delafosse, n'ont-ils pas tous donné des preuves que l'expérience des uns peut encore être utile à la science, et que la jeunesse des autres, en se livrant aux recherches minutieuses qui ont constitué la célébrité des savans qui nous ont précédés, peut faire espérer que la Minéralogie s'enrichira de jour en jour de précieuses découvertes, et que l'étude de cette science s'éclaircira de plus en plus?

Après avoir signalé le but et la marche

des divers systèmes, et les travaux des savans, qu'il nous soit permis, en terminant cette esquisse historique, de rappeler qu'elle a aussi ses avantages cette science qui, bien qu'elle soit moins brillante qu'utile, se présente comme prêtant à tous les arts des secours de la plus haute importance. L'agriculteur n'ignore pas impunément la composition du sol qu'il travaille ; l'industriel, le fabricant d'instrumens et de machines, y trouvent l'élément de leur art : entre leurs mains les minéraux revêtent toutes les formes, affectent toutes les qualités, se prêtent à tous les besoins; l'artiste doit consulter la Minéralogie pour le choix des matériaux qu'il emploie, et même il n'est pas jusqu'aux femmes auxquelles cette science n'enseigne à discerner, d'une manière certaine, les brillantes pierreries qui doivent relever l'éclat de leur beauté, d'avec ces morceaux de verre ou strass, imitateurs trop fidèles des riches minéraux qu'ils représentent.

Enfin, dira-t-on que la Minéralogie laisse sans gloire ceux qui la cultivent ? Les bannirait-elle donc de l'immortalité, cette science qui transforme le voyageur en un

être intrépide, et lorsque naguère encore nous avons vu un de Saussure prendre le haut des Alpes pour base de sa réputation, et M. de Humboldt établir la sienne en osant gravir les pics les plus élevés du Nouveau-Monde?

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

SUR

LA MINÉRALOGIE.

Les êtres dont la réunion compose l'univers ont dans tous les temps fixé l'attention des savans, et leur ensemble, sous le nom d'*histoire naturelle*, a offert à l'homme une étude bien digne de lui. Pour faciliter ce travail, on divisa cette étude en plusieurs branches, et l'on réserva le mot d'HISTOIRE NATURELLE proprement dite à la connaissance de deux classes distinctes d'êtres placés soit dans l'atmosphère, soit dans les eaux, soit enfin à la surface ou dans l'intérieur de la terre : dans la première classe on a placé ceux qui jouissent de la vie, et sont par conséquent composés d'organes ou parties capables d'action et qui ne peuvent être désunies sans que la vie de l'individu ne soit détruite ; ce qui les a fait appeler *corps organiques ;* dans la se-

conde classe, composée des *corps bruts*, se trouvent les êtres chez lesquels toutes les parties sont similaires et forment, par leur ensemble, une masse homogène divisible et sous-divisible sans destruction.

Les corps organisés donnèrent naissance à plusieurs divisions et subdivisions : d'un côté l'on rangea les animaux, êtres sensibles, doués de la faculté de se mouvoir selon leur volonté en tout ou en partie : c'est ce qui constitue la Zoologie ; d'un autre, on plaça les végétaux ou êtres privés de sentiment et de volonté : c'est la Botanique qui offre leur étude.

Les corps bruts diffèrent des corps organisés, par leur manière d'être, que nous venons d'exprimer, mais aussi par leur mode de génération qui n'a lieu ni par la participation de deux êtres développant par leur action mutuelle un nouvel individu semblable à eux, ni par une séparation de parties destinées, par leur accroissement, à multiplier l'être auquel elles étaient réunies. Les corps dont nous allons nous occuper ne se propagent donc que quand leurs élémens sont dans un certain état et sous la dépen-

dance d'une puissance cachée appelée *affinité*, qui agit sur eux et en forme des touts inorganiques soit solides, soit liquides, soit aériformes ou gazeux. Ainsi leur existence dépend du rapprochement des particules élémentaires qui les composent, et qui se trouvaient d'abord écartées. Ce rapprochement est opéré par une force attractive que l'on nomme *cohésion*.

Privés de sucs, d'organes, de pores et d'alimens, les minéraux et les autres corps inorganiques ne reçoivent pas leur accroissement de l'intérieur; ils ne doivent l'augmentation de volume des masses qu'ils forment par leur agrégation, qu'au dépôt continuel de leurs molécules se rapprochant par l'effet de l'attraction, et forcées de se grouper successivement autour des premières, presque toujours suivant des lois fixes et invariables d'où résulte la production des cristaux. Ce mode d'accroissement se nomme *juxta-position;* mais cette formation ou accroissement ne peut avoir lieu que quand les particules élémentaires se trouvent en présence avec une facilité d'action les unes sur les autres, en vertu de l'attrac-

tion qui doit les combiner. Quelquefois cette facilité d'action ne peut être communiquée que par le travail de l'homme, et alors la formation est artificielle, mais plus souvent elle a lieu naturellement dans le sein de la terre.

L'étude de ces corps inorganiques naturels, ou minéraux, est l'objet de la *Minéralogie générale*, de laquelle on ne peut distraire les liquides et les fluides qui se trouvent à la surface ou dans l'intérieur de notre globe; car ils ne peuvent être compris parmi les *corps bruts* formés à l'aide des forces chimiques dans nos laboratoires. La Minéralogie générale se divise en trois branches bien distinctes. L'une, la MINÉRALOGIE proprement dite, a pour but l'étude des espèces individuelles dans leur état parfait, leurs variations ou leurs altérations; elle doit établir les caractères distinctifs qui servent à les faire reconnaître et à les classer, le plus possible, d'après leurs analogies; enfin faire connaître leurs gîtes géognostiques et leur utilité, ainsi que leurs associations naturelles et leur mode d'existence dans l'intérieur de la terre.

La deuxième branche de l'histoîre natu-

relle des corps inorganiques considère les substances minérales sous des points de vue plus généraux : elle a reçu le nom de Géologie ou Géognosie. Dans cette étude on ne s'occupe plus des propriétés individuelles des espèces; toute l'attention se porte sur les grandes masses composées de plusieurs de ces espèces. On examine les rapports et les positions relatives de ces masses, afin d'en conclure les rôles qu'elles jouent dans la nature, et la part qu'elles ont eue dans la constitution générale de la croûte du globe; on explique les forces d'action qui ont pu occasioner les bouleversemens et produire les perturbations plus ou moins grandes que dénote l'aspect de toutes les contrées de la terre. Enfin, le géologue discute ces phénomènes en offrant, dans la Géognosie, des faits positifs pour preuve de ce qu'il avance.

Quant à la troisième partie de la Minéralogie générale, elle semble mixte, en ce qu'elle s'occupe des êtres organisés et des corps inorganiques. Elle a pour objet l'étude des *fossiles*, véritables jalons placés dans les couches de la terre pour indiquer les époques successives de leur formation; elle a

reçu récemment le nom de PALÆONTOGRAPHIE. Ces restes d'une foule de végétaux et d'animaux, parmi lesquels ne se sont point encore rencontrés des débris humains, nous font supposer que leur présence sur notre globe date probablement d'une époque antérieure à celle de l'espèce humaine; ainsi les naturalistes, sur ce point, s'accordent avec les chroniques religieuses de la plupart des nations, qui prétendent qu'au sortir du chaos la formation de l'homme fut le dernier travail du Créateur.

Ces deux dernières branches de la Minéralogie générale seront traitées à part (1); nous ne nous occuperons dans cet ouvrage que de la Minéralogie proprement dite, renvoyant, en outre, à la deuxième série de la collection, la MINÉRALOGIE APPLIQUÉE ou les Arts Minéralogiques.

Établissant la connaissance des minéraux sur des points fixes, il est utile de n'arriver à leur connaissance qu'en étudiant l'une après l'autre chacune de leurs propriétés.

(1) *Voyez* ces Traités dans la collection de l'ENCYCLOPÉDIE PORTATIVE.

Le minéralogiste devrait presque adopter le scepticisme, tant l'erreur est près des preuves qu'il a en sa puissance pour parvenir à la vérité. Ce n'est donc que la réunion des observations qui peut le faire arriver au but qu'il se propose. Afin de l'atteindre plus facilement, nous traçons ici la marche que nous croyons la plus utile à suivre dans l'étude de cette science.

Les lois qui agissent sur les substances minérales leur ont imposé divers caractères qui doivent les faire reconnaître; les formes affectées spécialement par chacun de ces minéraux sont, sans contredit, le premier de ces caractères; c'est lui qui frappe nos sens, en même temps que la couleur de ces corps; mais s'il est d'une observation plus difficile et moins immédiate, il décide notre détermination avec moins de vague que celle des couleurs. Ainsi donc l'examen de cette dernière propriété et des autres apparences ou caractères extérieurs, puisqu'il est moins important, doit passer bien après les recherches sur les formes extérieures et la structure intérieure des minéraux.

Dans une première partie nous étudierons

donc la *structure* ainsi que la *texture* qui n'est que la structure des minéraux non-cristallisés ; les causes supposées qui ont donné naissance à ces structures; les formes symétriques ou régulières et celles accidentelles ou irrégulières que les substances minérales affectent le plus communément. Dans la description des formes, nous avons placé la liste des divers minéraux prenant ordinairement la forme décrite; ainsi, l'on pourra déjà se fixer sur la forme qu'on croira devoir être celle du minéral étudié; car, si en se reportant à l'explication et à l'indication de cette forme, on la trouve identique, on sera déjà fixé sur une première détermination qui devra être plus ou moins consolidée par les expériences subséquentes relatives aux autres caractères. Nous verrons aussi quelles sont les causes probables auxquelles les minéraux doivent les changemens divers de ces formes régulières ou irrégulières. Nous étudierons dans un deuxième livre la nature chimique des minéraux, nous y développerons la théorie atomistique, et nous y indiquerons les moyens de procéder à l'examen chimique des substances minérales par la

voie humide et par la voie sèche. Dans un troisième livre, nous ferons connaître les caractères tant extérieurs que physiques des minéraux, et nous apprécierons la valeur de ces caractères dans la détermination des espèces. Nous terminerons la première partie par un appendice sur les collections, les instrumens et les voyages minéralogiques, et enfin par la Biographie et la Bibliographie.

Dans la deuxième partie, nous ferons connaître la taxonomie, ou les méthodes de classification proposées pour les minéraux, en cherchant à donner une idée complète de celles que recommandent les noms de leurs auteurs. Viendra ensuite la description des familles et des espèces minérales, avec l'indication de leurs caractères distinctifs, leur histoire naturelle, leur historique, leur gîsement, leurs principaux usages. Cette deuxième partie sera terminée par un Vocabulaire formant une Table analytique et synonymique.

Nous n'avons pas cru pouvoir donner à nos lecteurs des guides plus éclairés que MM. Haüy, Brongniart, Brochant, Berzélius

et Beudant. Aussi est-ce en partie dans leurs leçons que nous puiserons ce qu'on lira, et si nous avons quelquefois interverti l'ordre suivi par ces savans professeurs, c'est pour résumer plus complètement, dans les limites qui nous sont prescrites, la multitude des matériaux qui s'offraient devant nous.

Première Partie.

STRUCTURE, NATURE ET PROPRIÉTÉS DIVERSES DES MINÉRAUX.

Livre Premier.

STRUCTURE DES MINÉRAUX.

CHAPITRE PREMIER.

Théorie de la structure des cristaux.

Le mot de *structure* en minéralogie a reçu diverses acceptions : nous l'appliquerons à la manière dont les molécules se trouvent agrégées dans les minéraux, et à l'exemple de M. Brongniart, nous avons réservé celui de *texture* pour exprimer la structure spéciale des masses non cristallisées régulière-

ment. De la structure dépendent les formes; mais avant d'indiquer les formes symétriques ou irrégulières sous lesquelles les minéraux peuvent se présenter, cherchons les causes qui peuvent avoir donné naissance à ces divers phénomènes : nous passerons ensuite à la description de ces formes et aux causes de leurs variations ou changemens.

D'abord, ce qui frappe le plus nos yeux, ce sont les *cristaux;* malgré toutes les théories déjà données, on ignore encore les lois d'agrégation qui les régissent. Cependant nous savons que l'attraction dispose les molécules séparées dans les fluides, à se rapprocher lentement pour passer à l'état solide; qu'il est besoin que, dans la nature comme dans nos laboratoires, ces molécules soient dans une mobilité parfaite au milieu d'un fluide résultant d'une fusion ignée ou d'une dissolution dans un liquide, ou bien qu'elles se trouvent dans un milieu gazeux. Dans le premier cas, un abaissement progressif de température; dans le second, un enlèvement insensible du liquide par évaporation lente, et dans le troisième, une disposition probablement électrique des

molécules, donnent à la force inconnue appelée attraction le pouvoir d'agir sur ces molécules et de les forcer à prendre des formes symétriques; si toutefois elles ne sont interrompues dans cette opération par aucune perturbation quelconque : car alors elles donneront lieu à des solides irréguliers.

L'invariabilité des formes primitives des cristaux étant adoptée, voyons de quelle manière on a expliqué la formation de ce noyau, et par suite de ses modifications ou formes secondaires. Haüy a dit que, dans la formation d'un minéral, les choses se passent comme si la nature, après avoir établi la forme fondamentale, l'avait ensuite enveloppée de lames successives à chacune desquelles il manquait un certain nombre de molécules; il avait supposé ces molécules intégrantes devant être autant de petits cubes placés les uns à côté des autres, et donnant naissance à une continuité de lames qui alors engendraient les divers polyèdres; ce dont on pourra prendre une idée en regardant les figures 1 et 2.

Mais toutes les formes ne se soumettant à cette théorie de la forme primitive

des molécules intégrantes, qu'en étant fortement torturées par le clivage et par le calcul, et la forme primitive apparente du rhomboïde pouvant cependant encore être divisée par des fractions naturelles, et ainsi être ramenée à un *octaèdre* ou à deux *tétraèdres*, comme on peut s'en assurer en clivant la variété de *fluate de chaux*, autrefois appelé *spath fluor;* enfin, ces figures étant dissemblables, on ne sait encore à laquelle donner le choix pour se fixer sur la forme primitive des molécules intégrantes.

Cette difficulté fit naître une autre idée due au docteur Wollaston; il la publia dans les *Transactions philosophiques*, en 1813, et M. Dalton l'adopta aussitôt. Son auteur supposait que les particules élémentaires sont des sphères parfaites qui ont été rapprochées les unes des autres par une attraction mutuelle. Ainsi, par exemple, si nous prenons trois sphères ou boules (fig. 3 et 4), que nous les placions sur un même plan, en les collant, avec un ciment quelconque, et les pressant l'une à côté de l'autre, nous aurons des triangles équilatéraux; et si nous surmontons le centre des trois sphères d'une

quatrième boule, alors les lignes joignant les centres et la réunion des plans formant les surfaces, donneront un tétraèdre régulier dont tous les triangles seront équilatéraux; ce qui porterait à croire que ce tétraèdre est le noyau primitif de toutes les autres formes, ayant lui-même le sphéroïde pour forme primitive de ses molécules intégrantes.

Ce n'est donc pas sans quelque surprise que nous avons vu M. Thilo, de Francfort, nous présenter en 1824, comme nouvelle, la théorie des sphères moléculaires. Cependant ce professeur, en établissant deux périodes distinctes de formation, dont nous ne parlerons pas parce que nous n'y voyons encore rien de positif ni de confirmé, a donné une explication neuve de la formation des cristaux. Lorsqu'il fit paraître son hypothèse, le docteur Wollaston avait supposé que les molécules, en se réunissant, éprouvaient une résistance et une pression qui les transformaient en sphères elliptiques, et suivant M. Thilo, elles passent en outre peu à peu au sphéroïde lenticulaire. On ne sait à laquelle de ces deux théories sur les formes primitives moléculaires il convient

de se fixer, surtout après avoir pris connaissance des travaux de MM. Daniel et Gay-Lussac sur la dissection des cristaux; car alors on serait peut-être porté à croire que tout cristal régulier de forme primitive n'est qu'un assemblage de molécules cristallines de même forme, modifiées par des sections déterminées.

Maintenant, quelle est la puissance qui régit les lois attractives des molécules intégrantes? On est forcé d'avouer l'ignorance de la science à cet égard; cependant tout nous fait présumer que la force électrique est cette puissance dont se sert la nature pour donner le mouvement aux molécules et les inviter à se rapprocher les unes des autres en plaçant leurs pôles dans la direction qui leur convient pour passer de l'état fluide, liquide ou gazeux, à l'état solide. C'est ici la place de faire observer que pendant long-temps on avait pensé qu'un liquide était indispensable à toute cristallisation; hypothèse qui nous semble ne pouvoir plus être admise aujourd'hui, particulièrement pour les cristaux non salins, depuis que de nombreuses preuves ont été

apportées à l'appui de cette découverte importante, « que la réunion des molécules pri-
» mitives intégrantes peut avoir lieu dans
» un milieu gazeux. » Alors la supposition de Valmont de Bomare sur la formation vaporeuse des veines et des filons métalliques ne paraîtrait plus extraordinaire, et semblerait au contraire très-probable. Mais, quel que soit l'état du fluide dans lequel se trouvent les molécules primitives intégrantes, pourvu qu'elles y jouissent d'une liberté de mouvement indispensable, la force électrique pourra agir sur elles, et alors, recevant un mouvement donné soit par une vibration de l'atmosphère, soit par le contact d'une puissance voltaïque, soit enfin par la présence de la lumière, un mouvement s'opèrera parmi toutes ces molécules, leurs pôles opposés se placeront naturellement vis-à-vis les uns des autres, et l'électricité déterminera instantanément un rapprochement; bientôt il en résultera la naissance d'un solide régulier, ou d'un solide irrégulier s'il y a perturbation. Mais toute cette explication, quelque probable qu'elle soit, n'en est pas moins une hypothèse à la-

quelle il est bon de ne pas trop s'abandonner, quoique l'action de la pile voltaïque sur les sels puisse fournir des preuves assez concluantes en sa faveur. La nature, comme on le voit, donne champ clos à notre imagination sur la manière dont elle opère la réunion des molécules en cristaux; c'est donc à nous à savoir être assez circonspects pour ne marcher que pas à pas dans la route des conjectures, adoptant de bonne foi les théories tant que nous les croyons vraies, et les abandonnant avec autant de franchise dès l'instant que des découvertes récentes nous prouvent le contraire de ce que d'abord nous présumions. Car, dans les sciences comme dans les arts manufacturiers, la routine et une orgueilleuse obstination portent la mort partout où elles se rencontrent.

On conçoit que dès l'instant où une perturbation étrangère viendra déranger le mouvement naturel donné aux molécules par la force d'attraction, il en résultera soit une cristallisation accidentelle, soit une masse homogène de forme tout-à-fait irrégulière.

Nous allons passer à l'étude de ces formes cristallines des minéraux, sans cepen-

dant nous jeter dans l'exposition des calculs qui sont, il faut l'avouer, la base de la théorie cristallographique inventée par Haüy, puisque l'on retrouve par ce calcul, lorsque le clivage mécanique est impossible, le type de tous les cristaux; mais comme il y a fort peu de cas où le calcul est démontré indispensable, en possédant les moyens de recherches dont on se sert actuellement en Minéralogie, nous pensons que nos lecteurs nous sauront gré de les exempter d'une série de chiffres et de formules algébriques peu intéressantes en général pour les gens du monde, et qui ne sont guère que du ressort des savans. Quant aux personnes qui voudraient s'en aider, elles en trouveront l'exposé dans les ouvrages d'Haüy et de MM. Brochant et Beudant.

CHAPITRE II.

Des formes et structures symétriques ou régulières des minéraux,

ou

CRISTALLOGRAPHIE.

Les lois de l'attraction de cohésion ré-

gissent, comme on l'a vu, les molécules des corps bruts. Ces molécules ont nécessairement donné naissance à un arrangement particulier des formes extérieures: cet arrangement a rendu ces formes plus ou moins symétriques, en sorte qu'elles se rapportent à un certain nombre de types particuliers à chacun desquels toutes les espèces peuvent se ramener, suivant la variété de forme que le minéral a pris à l'instant de l'arrangement moléculaire; mais il arrive aussi assez souvent que des causes étrangères contrarient tellement cet arrangement régulier des molécules, que la matière est obligée d'abandonner toute symétrie pour ne prendre qu'une forme accidentelle. Nous étudierons d'abord les formes et structures régulières ou géométriques; étude qui a reçu le nom de *cristallographie*, et à laquelle le célèbre Haüy doit sa haute et juste réputation. Ensuite nous nous occuperons des groupemens auxquels donne naissance la réunion de plusieurs cristaux de formes et de structures irrégulières, accidentelles ou oblitérées.

SECTION PREMIÈRE.

Des formes régulières en général.

Depuis les observations de *Bergman*, de *Linné* et de *Romé de Lisle* sur les cristaux, et surtout depuis l'apparition de la cristallographie d'*Haüy*, cette propriété de cristalliser, que possèdent les minéraux, est devenue de la plus haute importance. D'abord elle fut étudiée à part, puis on aperçut quelques rapports entre la constance des formes et la composition, et enfin M. de Mitscherlich, comme on le verra plus loin au chapitre des Causes des variations de formes, a démontré que ces rapports étaient dépendans de diverses circonstances particulières. Cependant le caractère des formes géométriques et à angles constans est de la plus haute valeur pour reconnaître les espèces, quand toutefois il existe un rapport parfait entre ces formes et la composition chimique.

Les formes les plus extraordinaires sous lesquelles la nature nous offre la matière sont sans doute *les formes régulières* ou *les*

cristaux. Ce sont des *polyèdres* terminés par des facettes planes, unies, régulières, transparentes ou opaques, et quelquefois si brillantes qu'on les croirait taillées par la main de l'homme. Ces facettes sont placées symétriquement les unes par rapport aux autres en suivant des lois invariables dans leur *inclinaison*.

Les formes que prennent les minéraux, lorsqu'ils ne sont pas troublés dans leur arrangement moléculaire, sont très-nombreuses : mais un grand nombre ne dérivent que d'un même *type principal*, qui se trouve toujours être un des polyèdres de la géométrie, soit le *cube*, le *tétraèdre*, ou l'*octaèdre régulier* (fig. 5, 6, 7); ainsi que des *prismes* ou *pyramides* de toute espèce, ou des *polyèdres simples*, qui ne se rapportent pas à la géométrie; ces polyèdres réunis en offrent d'autres de différens genres.

Comme nous l'avons déjà dit dans l'Introduction historique, les formes polyédriques qui existent dans le cristal de roche et le diamant avaient étonné les anciens et avaient été entrevues par Linné comme n'étant plus les jeux du hasard. Romé de Lisle avait dé-

montré la constance de leurs angles, comparé les disparates des formes qu'on rencontre dans une même espèce, prouvé que ces formes variées se rattachent cependant les unes aux autres en dérivant d'une ou de plusieurs formes fondamentales, et que les angles solides ou les arêtes de ces formes fondamentales ont alors été remplacés dans leur dérivés par une ou plusieurs facettes grandes ou étroites qui, faisant disparaître le solide fondamental, en ont formé un autre d'une espèce ou variété nouvelle. Telle fut surtout la théorie mathématique de Haüy, si souvent utile pour la détermination des matières cristallisées et dont nous allons développer le système.

Nous commencerons par étudier la structure en général des minéraux, et leur structure intérieure, afin que l'on puisse plus facilement comprendre ce qui suivra sur les rapports de leur configuration extérieure avec cette structure.

§ I. *Structure en général.*

La structure dans les minéraux dépend d'une foule de circonstances accidentelles

qui la font diviser en *structure propre*, *régulière* et *indéterminée*.

La *structure propre* ne s'observe que dans les minéraux régulièrement cristallisés à l'intérieur; elle se découvre à nos sens par le choc qui nous en procure des fragmens. Quelquefois ce choc étant très-léger, fait paraître sur ces corps, sans les briser, de petites fissures toujours suivant la même direction. Ces fissures planes et lisses forment une multitude de divisions qui présentent, par leur intersection, autant de petits solides offrant la forme de cubes (fig. 6), d'octaèdres (fig. 7), de tétraèdres (fig. 5), de rhomboèdres (fig. 13), ou de prismes divers. Ces petits solides réunis et groupés peuvent quelquefois être séparés, surtout lorsque les fissures sont bien prononcées; mais il arrive aussi que cette division est très-difficile à exécuter; car souvent ces fissures ne sont indiquées que par des *stries* ou des *reflets* particuliers de la lumière. Quelquefois cette division, ne pouvant avoir lieu sur toutes les faces, ne s'opère que dans un seul sens, et toujours parallèlement. Il arrive en outre que le choc ne détermine aucune fissure,

ni aucun autre indice, sur certains corps qui se brisent en fragmens irréguliers.

La structure donnant souvent son nom à la forme et même à la variété d'un minéral, nous joindrons l'explication de chaque structure à celle des formes.

La structure, comme les formes, est *régulière* ou *indéterminée*, c'est-à-dire *irrégulière;* la première est ordinairement le résultat de l'agglomération de petites lames plus ou moins épaisses, à *faces parallèles*, si on les divise successivement dans le même sens, ce qui a fait donner aux corps ainsi construits dans leur intérieur le nom de *laminaires*. Lorsque les substances se divisent très-facilement en feuillets extrêmement minces, comme le *mica* et le *sulfate de chaux*, cette structure est *feuilletée;* d'autres fois elle est *compacte*, mais alors ces corps sont rarement divisibles régulièrement, et cet état d'irrégularité dans l'intérieur des corps et dans la situation des lames qui les composent, a fait appeler *indéterminée* ou *irrégulière* ce genre de structure propre à certains cristaux plus ou moins réguliers et agglomérés de diverses manières. Cependant,

quelquefois cette structure propre indéterminée n'est pas toujours cause de la *compacité,* qui tient souvent à la nature même des corps.

La structure intérieure des cristaux est toute géométrique comme leur configuration, et il y a un rapport constant entre l'une et l'autre, quoiqu'elles n'appartiennent pas à la même forme de solide; toutes deux sont semblables dans tous les corps de même substance; ainsi l'on voit le *fluate de chaux* sous les formes de cube (fig. 2), de dodécaèdre (fig. 4) ou de rhombe (fig. 15), et il donnera toujours, par la division mécanique, des octaèdres. Cette structure régulière peut être reconnue soit par la division, soit par le calcul même dans les *cristaux oblitérés* ou *groupés*, quoique cette recherche demande un peu plus de soin; car dans ces derniers la division ne peut avoir lieu.

Cette observation de la régularité de la structure est d'une très-grande utilité dans la minéralogie, lorsque les fissures permettent la division du corps : aussi indique-t-on avec soin les substances possédant la facilité d'être fissurées. Ces fissures portent

les noms de *joints naturels*, d'après Haüy, ou vulgairement, d'après les lapidaires, la simple dénomination de *clivage*.

§ II. *Du Clivage.*

Les substances peuvent être divisées par divers clivages selon leur degré de netteté ou de facilité, et suivant les angles que font entre elles les faces que ces clivages peuvent faire naître. On choisit pour essayer la substance le clivage qui est le plus propre et le plus facile pour obtenir le noyau cristallographique; mais souvent on emploie des *clivages surnuméraires* qui suivent le sens des diagonales des solides que forment les premiers, ou toute autre direction. Cette manière secondaire de diviser les minéraux demande beaucoup d'attention.

Lorsque ces clivages sont adroitement faits et seulement au moyen d'un léger choc, qu'ils sont nets, également faciles, et parallèles à des faces égales, il résulte de leur ensemble des corps solides à faces semblables; ces mêmes faces sont également parallèles au centre ou *axe* du polyèdre auquel

elles ont donné naissance. Les clivages qui sont d'une netteté différente se rapportent à des faces de grandeurs différentes; aussi les faces qui sont parallèles au clivage le plus difficile sont ordinairement les plus étendues. En général cette division mécanique s'obtient facilement dans toutes les formes divisibles en *tétraèdres, octaèdres réguliers, cubes, rhombes, prismes à bases carrées, à bases rhombes, à bases triangulaires isocèles* ou *à bases hexagonales régulières*: mais au contraire il y a inégalité de netteté dans les *prismes à bases scalènes*. Le clivage des prismes est plus ou moins facile pour en obtenir les *bases*, suivant qu'elles sont moins larges ou plus larges que leurs *pans*. La netteté des faces du solide divisé dans le sens de la diagonale dépend aussi de la grandeur relative des faces qu'on obtient. Malgré ces lois générales on rencontre des exceptions que l'état de nos connaissances ne permet pas encore de prévoir.

Cependant, quand on veut connaître d'une manière plus exacte la structure intérieure des minéraux, et les rapports des cristaux les uns avec les autres, on aban-

donne le clivage par le simple choc, pour le remplacer par un moyen mécanique qui consiste à enlever avec la lame d'un couteau les angles ou arêtes des substances qu'on essaie. On répète plusieurs fois parallèlement ce clivage, qu'on exécute sur toutes les faces où il est possible, afin d'arriver par là au *noyau* ou solide central, en s'arrêtant aussitôt que le corps clivé le représente. Ainsi le clivage du *fluate de chaux* conduit toujours à un noyau octaèdre, quelle que soit la forme extérieure de ses cristaux; car un cristal cubique de cette substance se divise sur les huit angles solides, et à la place de chacun de ces angles il paraît une face triangulaire équilatérale; si l'on continue à enlever successivement ces lames parallèles, les triangles pendant le clivage s'agrandiront, et les faces du cube disparaîtront, ce qui donnera pour résultat un octaèdre complet.

C'est ainsi que Haüy est parvenu à établir sa théorie des cristaux, et à reconnaître par le simple calcul le noyau de ceux qui n'étaient même pas clivables. Mais ces calculs étant trop abstraits pour notre cadre, nous

croyons devoir renvoyer aux traités minéralogiques d'Haüy et de MM. Brochant et Beudant. Au surplus, cette brillante hypothèse, à laquelle nous devons nos principales découvertes, ne peut seule aujourd'hui être systématiquement utile à la science, sans appeler à son secours les moyens chimiques, empyriques et physiques; dont la réunion offre positivement l'indication certaine des minéraux dans leurs espèces ou variétés. Nous allons donc seulement indiquer et expliquer les divers types de ces formes, afin que l'on puisse facilement reconnaître à laquelle un cristal appartient; mais en renvoyant, pour de plus amples détails, au Traité de GÉOMÉTRIE de l'ENCYCLOPÉDIE PORTATIVE. Nous prierons le lecteur de considérer encore qu'il nous est impossible d'indiquer toutes les formes secondaires qu'on trouve dans la nature, mais qu'ayant décrit les principales, il sera toujours facile, en regardant les figures, de voir à peu près à laquelle de ces formes secondaires un cristal se rapporte.

Avant de passer à cette explication, nous devons faire connaître les instrumens au moyen desquels on peut mesurer l'ouverture

des angles que forment les faces et les arêtes des cristaux.

§ III. *Du Goniomètre.*

En minéralogie, on a souvent besoin de mesurer l'ouverture des angles des cristaux; cette mesure s'obtient avec un instrument appelé *goniomètre.*

Le plus simple des goniomètres (fig. 9) est composé : 1° d'un demi-cercle ou rapporteur, divisé de dix en dix degrés, et muni de la corde de l'arc, au milieu de laquelle est une cavité pouvant recevoir un petit pivot;

2° D'une autre part, de deux lames d'acier réunies par un pivot autour duquel elles peuvent tourner et glisser au moyen de rainures; elles servent de compas. En appliquant ces lames sur les faces ou sur les arêtes des cristaux, on peut en connaître les angles, en plaçant ensuite ces lames, plus ou moins ouvertes, sur le rapporteur, et faisant entrer le pivot dans la cavité dont nous avons parlé; alors une des grandes branches non rainées du compas reste appliquée

contre une des extrémités de l'arc, et l'autre grande branche indique sur le limbe gradué le degré d'ouverture.

M. Gillet de Laumont, en faisant tracer sur ce limbe sept cercles concentriques, a donné le moyen d'apprécier un quart de degré; lorsqu'on trace une diagonale d'un degré à l'autre, le point d'intersection de cette diagonale sur l'une des sept lignes ou cercles indique la fraction. Ce goniomètre est incommode, peu exact, et ne se recommande qu'en ce qu'il est facile à transporter; aussi ces inconvéniens ont fait imaginer au docteur Wollaston un goniomètre beaucoup plus parfait : il est basé sur l'examen des angles formés par la réflexion de la lumière. C'est un cercle gradué placé verticalement et tournant autour d'un axe horizontal percé dans sa longueur, pour laisser passer un autre axe mobile qui va rejoindre un petit mécanisme servant de support aux cristaux qu'on y fait tenir au moyen d'un peu de cire, ayant soin que l'arête du cristal soit perpendiculaire au plan du cercle et dans l'axe de rotation; ensuite on fait tourner, au moyen de l'axe, le cristal, de

manière qu'en regardant de très-près l'on voie l'une des faces réfléchir une ligne supérieure horizontale d'un bâtiment qu'on examinera, en le prenant pour point de mire, et dont la face sera perpendiculaire au plan du cercle; alors on tourne le cristal jusqu'à ce qu'on aperçoive une seconde ligne horizontale plus basse que la première. On répète cet examen sur une autre face du cristal, puis on mesure l'angle donné en faisant tourner le cercle gradué (fig. 50).

Cet instrument, qu'il serait trop long de décrire en détail, ne convient qu'à mesurer les petits cristaux à faces bien nettes et bien planes. Quand ces faces ne réfléchissent pas bien la lumière, on y obvie par des morceaux de verre dont les plans sont parfaitement parallèles et que l'on applique avec un peu d'essence épaisse de térébenthine sur la surface des cristaux. Mais si la surface de ces cristaux est raboteuse, ni ce goniomètre, ni le premier, ne peuvent donner une mesure précise.

Enfin, il existe un troisième genre de goniomètre presque aussi exact que le goniomètre à réflexion : c'est celui inventé, il y a

peu de temps par M. Adelmann (*fig.* 51). Cet instrument, outre son exactitude, permet de prendre immédiatement la mesure des cristaux à surfaces non réfléchissantes. Il se compose d'une table sur laquelle sont deux colonnes verticales soutenant une règle horizontale ; celle-ci supporte, par un pivot également horizontal qui la traverse, un rapporteur immobile et non divisé dont le plan est vertical à ce pivot qui s'y trouve engagé par une cavité placée au milieu de la corde joignant les deux extrémités de l'axe. Parallèlement au plan du rapporteur non divisé, il s'en trouve un autre mobile, divisé, tenant à une alidade faisant tourner à volonté ce second rapporteur divisé, et roulant elle-même, par son milieu, sur le pivot précédent. Deux tringles rainées en queue d'aronde servent à faire marcher un petit chariot sur lequel est attaché un petit support soutenant, avec un peu de cire, le cristal qu'on essaie. Ce support est tellement combiné qu'il peut aller en avant, en arrière, de côté, et se baisser ou se hausser à volonté. Enfin, on voit encore sur la table une autre petite pièce mobile :

c'est une mire qu'on élève ou qu'on baisse selon le besoin.

Pour se servir de cet instrument, on attache le cristal au support; on fait ensuite avancer le chariot et la mire; on regarde en dessus pour amener l'arête du cristal de façon qu'il soit parallèle au bord, c'est-à-dire à la ligne horizontale supérieure de la mire, afin que cette arête soit perpendiculaire au plan du cercle; alors on pousse le chariot sous le cercle, et l'on applique l'alidade sur la surface du cristal, en ne laissant aucun vide; puis on amène un *nonius* divisé en minutes, et roulant également sur le même pivot, mais derrière les cercles. On arrête par une vis de pression ce nonius à l'extrémité du cercle mobile; ensuite on retire un peu le chariot; on fait repasser l'alidade sur l'autre face de l'autre côté du support, puis on rapproche le chariot; et ce mouvement de l'alidade ayant fait tourner le cercle gradué, indique, en s'arrêtant, le degré marqué sur son limbe.

M. Beudant ayant essayé cet instrument, en a obtenu une exactitude surprenante, puisqu'à plusieurs mesures diverses il n'a

eu que trois ou quatre minutes d'erreur, et c'est le moins qu'on puisse exiger.

SECTION II.

Des formes régulières.

PREMIER TYPE. SYSTÈME TÉTRAÉDRIQUE, CUBIQUE ET OCTAÉDRIQUE.

Tétraèdre (fig. 5). C'est un solide à quatre faces triangulaires équilatérales; ces faces forment entre elles des *angles* de 70° 50′ 44″.— Quatre angles solides sont égaux. Six *arêtes* sont inclinées à chacun des quatre *axes* de 35° 15′ 55″, et les faces sont aussi inclinées à ces mêmes axes de 19° 28′ 16″. Cette figure peut être modifiée sur ses arêtes ou dans ses angles, soit par une seule *facette*, soit par trois correspondantes aux faces ou aux arêtes, soit enfin par six faces également inclinées sur les autres faces.

Les substances qui affectent cette forme sont : parmi les *Solides insolubles avec éclat métallique* : Cuivre gris et Cuivre pyriteux.—*Solides insolubles non métalloïdes:* Diamant, Helvine et Blende.

Cube (fig. 6). Solide à six faces carrées

dont les bases et les faces latérales sont également carrées et inclinées entre elles de 90°: il y a huit *angles* solides égaux et deux arêtes égales, semblablement placées. Les faces sont inclinées à chacune des diagonales, d'un angle à l'autre opposé, de 35° 15′ 52″, et les arêtes sont aussi inclinées de 54° 44′ 8″.

Le cube peut se trouver modifié sur les arêtes par une ou deux facettes qui remplacent chacune des arêtes; et cette modification a lieu sur les angles par une, trois ou six facettes remplaçant le sommet de chaque angle par une ou plusieurs faces.

Corps solides solubles : Alun et Chlorure de Sodium.— *Solides insolubles à éclat métallique :* Or, Sulfure jaune de Cuivre, Cuivre métallique, Cuivre pyriteux panaché, Bismuth fondu, Argent, Sulfure d'Argent, Arséniate de Cobalt, Cobalt gris, Sulfure de plomb.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Diamant, Analcyme, Borate de Magnésie, Fluor, Arséniate de Fer, Chlorure d'Argent, Galène ou Sulfure de Plomb.

Octaèdre régulier (fig. 7). Solide à huit faces triangulaires équilatérales, que l'on doit considérer comme un assemblage de deux pyramides, base à base, dont cha-

que pyramide, dans quelque position que ce soit, a toujours un carré pour base. Les faces de l'octaèdre sont inclinées entre elles de 109° 28′ 16″. L'inclinaison d'un angle à son opposé est de 45°; il y a six angles solides de quatre plans et douze arêtes. L'octaèdre est modifié sur les arêtes par une seule face inclinée également sur chacun des plans adjacens, et sur les angles par une seule face ou plusieurs facettes (fig. 8).

Solides solubles : Alun et Hydrochlorate d'ammoniaque.—*Solides insolubles à éclat métallique :* Fer magnétique, Chromite de Fer, Titaniate de Fer, Hydrargure d'Argent, Cuivre et Cuivre pyriteux.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Diamant, Spinelle rouge et noire, Gahnite, Fluor, Galène, Blende, Acide arsénieux et Protoxide de Cuivre.

Dodécaèdre rhomboïdal (fig. 9). Solide à douze faces rhombes inclinées entre elles de 120°, ayant vingt-quatre arêtes inégales, huit angles solides, triples, inclinés à l'axe qui conduit à chacun de leurs opposés, de 54° 44′ 8″, et six angles solides quadruples, pareillement inclinés à l'axe de leur opposé de 45°. Ce solide peut encore être regardé

comme l'assemblage de deux pyramides hexaèdres, droites, réunies également à une base commune qui est un hexagone régulier. Les modifications que peut subir le dodécaèdre rhomboïdal peuvent avoir lieu sur les arêtes, pour donner naissance au *trapézoïde,* ou bien sur les angles.

Solides insolubles à éclat métallique : Hydrargure d'Argent, Fer magnétique.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Diamant, Amphygène, Sodalite, Borate de Magnésie, Grenat rouge, Haüyne, Lapis, Fluor, Protoxide de Cuivre, Analcyme, Galène, Blende et Cinabre.

Trapézoïde (fig. 10). Solide n'ayant aucun côté parallèle, et formé de six angles quadruples, aigus, correspondans aux faces du cube, et douze plus obtus correspondans aussi aux faces du dodécaèdre, et huit angles triples correspondans aux faces de l'octaèdre. Les modifications peuvent avoir lieu par une ou plusieurs facettes sur le sommet des angles où sont leurs arêtes.

Solides insolubles non métalloïdes : Grenat rouge, Amphygène, Analcyme et Sulfure de Fer.

Dodécaèdre pentagonal (fig. 11). So-

lide irrégulier, inconnu en géométrie, composé de douze faces à cinq angles chacune, pouvant être cependant modifié par des faces ou facettes sur les angles ou sur les arêtes, et reproduire les figures précédentes.

Solides insolubles à éclat métallique : Sulfure de Fer et Cobalt gris.

Icosaèdre (fig. 12). Ce solide irrégulier n'est également connu qu'en minéralogie ; il est composé de huit triangles équilatéraux et de douze isocèles dont deux côtés de chacun sont égaux.

Substances pareilles à celles du dodécaèdre pentagonal.

IIe TYPE. SYSTÈME RHOMBOÉDRIQUE.

Rhomboïde (fig. 13 et 14). Solide à six losanges ou faces rhombes, toutes égales et semblables, composées chacune de deux angles aigus et de deux obtus, ayant les quatre côtés parallèles et égaux, dont les arêtes se réunissent trois à trois aux sommets symétriques, ayant en outre six arêtes latérales sur les angles culminans et sur les angles latéraux. Ces modifications peuvent être

infinies, et font passer le rhomboèdre au dodécaèdre à plans triangulaires isocèles ou triangulaires scalènes, ou bien encore au prisme hexagonal. *Voy.* les figures, pour prendre une idée des formes suivantes qui dérivent de ce type.

Rhomboïde.—*Solides solubles :* Nitrate de Soude.—*Solides insolubles à éclat métallique :* Fer oligiste, Chrichtonite.—*Solides insolubles non métalloïdes:* Corindon, Dioptase, Alunite, Spinellane, Chabasie, Carbonate de Chaux, de Fer, de Zinc, de Manganèse et de Plomb; Cinabre et Quarz.

Prisme hexagone régulier ayant 6 faces et 6 arêtes (fig. 15). —*Solides insolubles à éclat métallique :* Fer oligiste, Chrichtonite, Antimoniure d'Argent, Sulfure de Cuivre, de Molybdène; Carbure de Fer, Tellurure de Plomb, Sulfure magnétique de Fer.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Corindon, Cordiérite, Émeraude, Néphéline, Phosphate de Chaux, Carbonate de Chaux, de Baryte, de Strontiane; Phosphate et Arséniate de Plomb, Mica, Talc et Arséniate de Cuivre.

Prisme hexagone à sommets rhomboédriques (fig. 16). —*Solides insolubles non métalloïdes :* Corindon, Dioptase, Tourmaline noire, Quarz blanc, Sulfate d'Argent, Antimoine, Carbonate de Chaux.

Prisme Hexagone à sommets pyramidaux isocèles, c'est-à-dire dont l'extrémité va en diminuant (fig. 17). —*Solides insolubles non métalloïdes :* Corindon rouge

et bleu, Quarz blanc et rouge, Émeraude verte, Phosphate et Arséniate de Plomb.

Prisme hexagone à sommets pyramidaux scalènes. — *Solides insolubles non métalloïdes :* Carbonate de Chaux, Sulfure d'Argent et Antimoine.

Prisme ennéaèdre ou à 9 faces et à 9 arêtes (fig. 18). —*Solide insoluble non métalloïde :* Tourmaline noire.

Prisme à douze pans réguliers et rhomboïdriques (fig. 19).—*Solides insolubles non métalloïdes :* Cordiérite, Withérite, Apathite, Corindon, Sulfate de Plomb.

Dodécaèdre bipyramidal à triangles isocèles (fig. 20). —*Solide insoluble a éclat métallique :* Sulfure de Cuivre. —*Solides insolubles non métalloïdes :* Quarz blanc, Carbonate de Chaux, Withérite, Corindon bleu et rouge, Phosphate et Arséniate de Plomb.

Dodécaèdre triangulaire à triangles scalènes (fig. 21). — *Solides insolubles non métalloïdes :* Carbonates de Chaux et de Zinc, Sulfure d'Argent et Antimoine.

Dodécaèdre simple à triangles scalènes.—*Solide insoluble à éclat métallique :* Fer magnétique. — *Solide insoluble non métalloïde :* Carbonate de Chaux.

Dodécaèdre rhomboïdal irrégulier. — *Solides insolubles non métalloïdes :* Feldspath, Corindon et Dioptase.

Octaèdre rhomboédrique à douze triangles équilatéraux et six isocèles. — *Solides insolubles à éclat métallique :* Fer magnétique et Fer oligiste. — *Solides insolubles non métalloïdes :* Corindon et Tourmaline noire.

Lames biselées (fig. 30). — *Solide insoluble à éclat métallique :* Fer oligiste.

IIIe TYPE. SYSTÈME PRISMATIQUE DROIT A BASES CARRÉES.

PRISME DROIT A BASE CARRÉE, SANS SOMMET (fig. 22). Solide dont la hauteur est indéterminée, d'une épaisseur égale d'une extrémité à l'autre, ayant toujours deux faces de même figure, opposées et parallèles, appelées *bases*, entre lesquelles sont compris autant de parallélogrammes qu'elles ont de côtés. Ces parallélogrammes se nomment faces latérales ou *pans :* le prisme est *droit* quand les bases sont perpendiculaires aux faces latérales; et il est *oblique* quand il est incliné sur les bords placés à la rencontre des pans. Ce solide possède par conséquent deux sortes d'arêtes : les unes latérales, qui se trouvent entre des faces également latérales et semblables; les autres sont celles de la base, résultant de l'intersection de deux faces inégales. Les modifications du prisme ont lieu sur les arêtes latérales par une ou deux facettes; sur les arêtes de la base, par une seule facette plus ou moins inclinée; et sur les angles, par une ou deux facettes.

Solides solubles : Sulfate de Nikel, de Zinc et de Magnésie. —*Solides insolubles à éclat métallique :* Allanite, Tellurure de Plomb. — *Solides insolubles non métalloïdes :* Meïonite, Gehlénite, Thomsonite, Molybdate de Plomb et Phosphate d'Urane.

FORMES DÉRIVANT DE CE TYPE, PAR LES MODIFICATIONS QU'IL A PU ÉPROUVER.

Prisme droit à bases carrées, avec sommet à 4 faces (fig. 23).—*Solides insolubles non métalloïdes :* Zircon rouge, Idocrase verte, Wernerite, Oxide d'Étain, Meïonite, Harmotome, Mesotype, Scolésite, Dipyre, Apophyllite, Chlorure de Mercure.

Prisme droit avec sommet à 8 faces (fig. 24).— *Solides insolubles non métalloïdes:* Oxide d'Étain et Allanite.

Prisme droit à bases rhombes (fig. 27).—*Solide soluble :* Nitrate de Potasse.—*Solides insolubles à éclat métallique :* Mispikel, Sulfure blanc de Fer, d'Antimoine; Oxide de Manganèse, Wolfram et Ilvaïte.

Prisme droit à bases rectangle.—*Solides insolubles à éclat métallique :* Bournonite et Tantalite.

Prisme droit hexagone régulier. *Solide soluble :* Nitrate de Potasse.

Prisme droit octogonal régulier à bases carrées (fig. 24).—*Solides insolubles non métalloïdes :* Thomsonite, Ruthile, Idocrase, Oxide de Titane, Méïonite, Dipyre, Molybdate de Plomb.

Prisme à douze pans irréguliers.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Thomsonite et Uranite.

Octaèdre à triangles isocèles égaux à base carrée (fig. 30).—*Solides insolubles non métalloïdes :* Zircon rouge, Anatase, Silicate de Manganèse, Gismondine, Tungstate de Chaux, de Plomb; Molybdate de Plomb, Mellate d'Alumine.

Double pyramide octaèdre (fig. 29).—*Solide insoluble non métalloïde :* Oxide d'étain.

Dodécaèdre rhomboïdal irrégulier.—*Solide insoluble non métalloïde :* Zircon rouge et mellite.

Tables biselées (fig. 34). — *Solide soluble :* Nitrate de Potasse. *Solide insoluble à éclat métallique :* Bournonite. *Solides insolubles non métalloïdes :* Molybdate de Plomb et Uranite.

IVe TYPE. SYSTÈME PRISMATIQUE A BASES RECTANGLES.

Prisme droit rectangulaire (fig. 31). Solide de hauteur indéterminée comme le prisme, à base carrée dont chaque face parallèle est égale à son opposée, et dont deux côtés de la base sont plus alongés également que les deux autres. Il a trois sortes d'arêtes : les unes, latérales, sont égales; les autres, des bases, correspondent aux larges faces; et les dernières, encore des bases, mais correspondent aux faces les plus étroites. Ce type est modifié sur les arêtes latérales par une seule facette; sur celles des bases,

de diverses manières, suivant la quantité des arêtes modifiées et l'inclinaison des faces modifiantes; et sur les angles, par une ou plusieurs facettes d'inclinaison différente.

Solides insolubles non-métalloïdes : Klaprotite, Péridot ou Chrysolite verdâtre, Phosphate de Manganèse, Carbonate de Plomb, Cryolite, Phosphate de Magnésie, Sulfate de Chaux anhydre, Apophyllite, Stilbite, Comptonite, Wolfram.

PRINCIPAUX DÉRIVÉS DU PRISME DROIT RECTANGULAIRE.

Prisme rhomboïdal (fig. 32).—*Solides insolubles non métalloïdes :* Topaze jaune ou rougeâtre, Andalousite, Staurotide, Hypersthène, Antophyllite, Wollastonite, Triphane, Préhnite, Pétallite, Datholite, Diallage, Aragonite, Mésotype, Laumonite, Sulfate de Baryte, de Strontiane.

Prisme rhomboïdal à sommets dièdres. — *Solides insolubles non métalloïdes :* Topaze jaune, Ilvaïte, Péridot ferrugineux, Préhnite, Épidote, Chondrodite, Achmite, Pyroxène, Amphibole, Albite, Aragonite, Carbonate de Plomb, Sulfate de Plomb, de Baryte, de Strontiane; Laumonite, Carbonate de Cuivre, Hydrochlorate de Cuivre, Phosphate de Cuivre, Arséniate de Cuivre, de Fer; Sulfure d'Antimoine et Argent.

Prisme hexagonal irrégulier à base simple (fig. 33).

—*Solides insolubles non métalloïdes :* Staurotide, Épidote, Cymophane, Préhnite, Aragonite, Carbonate de Plomb, Sulfate de Baryte, de Strontiane ; Stilbite, Pyrite et Triclasite.

Prisme hexagone à sommets polyédriques.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Staurotide, Cymophane, Topaze, Pyroxène, Amphibole, Aragonite, Carbonate de Plomb, Sulfate de Baryte, de Strontiane.

Prisme octogone ou résultant du prisme rectangulaire et rhomboïdal réunis, à bases simples. — *Solides insolubles non métalloïdes.* Préhnite, Disthène, Phosphate de Fer, Sulfate de Baryte, de Strontiane, de Chaux anhydre, et Pyrite.

Prisme octogone à sommets polyédriques. — *Solides insolubles non métalloïdes :* Topaze jaune, Cymophane, Péridot, Épidote, Hypersthène, Aragonite, Carbonate de Plomb, Sulfate de Baryte, de Chaux aqueux.

Prisme octogone formé de deux prismes rhomboïdaux.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Hvaïte, Topaze, Péridot, Cymophane, Datholyte.

Octaèdre rhomboïdal ou rectangulaire pouvant être à triangles scalènes.—*Solide soluble :* Natron. *Solides insolubles à éclat métallique :* Mispikel, Quadri-Sulfure de Fer et Bournonite.— *Solides insolubles non métalloïdes:* Aragonite, Carbonate de Plomb, de Cuivre ; Malachite, Sulfate de Plomb, de Baryte, de Strontiane, de Chaux aqueux ; Péridot, Argent rouge, Calamine, Hydrophosphate de Cuivre, Topaze jaune, Staurotide, Ilvaïte, Arséniate de Cuivre, Soufre.

Dodécaèdre à doubles pyramides (fig. 47).—*Solides insolubles non métalloïdes :* Aragonite et Carbonate de Plomb.

Tables biselées rectangulaires ou rhomboïdales (fig. 35 et 36).—*Solides insolubles non métalloïdes:* Épidote, Préhnite, Carbonate de Plomb, Sulfate de Baryte, de Strontiane, de Chaux aqueux, et Stilbite.

Ve TYPE. SYSTÈME PRISMATIQUE DROIT A BASES DE PARALLÉLOGRAMME.

Prisme droit a base de parallélogramme obliqu'angle (fig.37). Dans ce solide tout est inégal; il est composé de deux sortes d'arêtes latérales, de deux sortes d'arêtes des bases, et de deux sortes d'angles solides. Mais ici ces bases ne sont point perpendiculaires aux faces latérales; car elles sont au contraire toujours inclinées vers l'une d'elles : il peut donc être modifié sur les arêtes latérales, ainsi que sur les arêtes supérieures.

Solide soluble : Borate de Soude.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Épidote, Axinite, Sulfate de Chaux, Pyroxène Sahlite, et Feldspath blanc.

PRINCIPAUX DÉRIVÉS :

Prisme droit à base rhomboïdale obliqu'angle(fig. 38).

—*Solides solubles :* Sulfate de soude, de Cobalt.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Pyroxène, Amphibole, Feldspath blanc, Axinite, Silicio-Titaniate de Chaux, Carbonate de Cuivre, Sulfures d'Arsénic, Arséniate de Cuivre, Laumonite.

Prisme droit à base rhomboïdale obliqu'angle à sommets diédres.—*Solides insolubles non métalloïdes.* Amphibole noire, Pyroxène noir; Amphibole, Trémolyte blanc, Feldspath blanc, Silicio-Titaniate de Chaux et Gadolinite.

Prisme droit à base rhomboïdale obliqu'angle à bases irrégulières. — *Solide soluble :* Sulfate de Cuivre.

Prisme oblique hexagonal à base simple.— *Solides insolubles non métalloïdes :* Pyroxène, Triclasite, Carbonate de Cuivre.

Prisme hexagonal à sommets diédres.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Pyroxène noir, Amphibole noire, pouvant être aussi surmonté de sommets triédres et tétraèdres : Chondrodite, Euclase, Feldspath et Chromate de Plomb.

Prisme octogone à base simple (fig. 39). — *Solides insolubles non métalloïdes :* Pyroxène noir et Diallage.

Prisme octogone à base diédre.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Disthène, Phosphate de Fer, Pyroxène noir, Amphibole noire, Feldspath.

Prisme dodécaèdre irrégulier.—*Solides insolubles non métalloïdes :* Pyroxène vert.

Prisme polygone. — *Solide insoluble non métalloïde :* Euclase.

Octaèdre irrégulier. — *Solides insolubles non métalloïdes :* Pyroxène vert, Chondrodite et Silicio-Titaniate de Chaux.

VIe TYPE. SYSTÈME PRISMATIQUE OBLIQUE A BASE RECTANGULAIRE.

Prisme oblique a base rectangulaire (fig. 40). C'est, comme on voit, un parallélogramme rectangle, appelé mal à propos par le vulgaire carré long, c'est-à-dire un solide formé de quatre arêtes latérales semblables, de trois sortes d'arêtes à la base, et de deux sortes d'angles solides, dont la base du tout est inclinée vers l'une des faces, ce qui rend ce type susceptible d'un grand nombre de modifications pouvant avoir lieu, soit sur toutes les arêtes latérales à la fois, soit sur les arêtes de la base, soit enfin sur les angles solides.

On remarque principalement les dérivés suivans :

Prisme oblique octogone régulier à base rectangulaire (fig. 41).

Prisme oblique hexagone régulier à base rectangulaire (fig. 42).

Octaèdre oblique à base rectangle.

Idem *à base rhombes* (fig. 43).

Id. *à base de parallélogramme obliqu'angle.*

Dodécaèdre rhomboïdal oblique très-irrégulier (fig. 44).

Dodécaèdre triangulaire oblique irrégulier (fig. 45).

Double pyramide octaèdre oblique et irrégulière (fig. 46).

Observation.— Nous n'avons pas indiqué les minéraux prenant les formes de ce type en cristallisant, parce que ce sont à peu près les mêmes que ceux désignés dans le cinquième type.

VIIe TYPE.

D'après M. Beudant, il existe peut-être encore un septième type, qu'il nomme *prisme oblique à base de parallélogramme obliqu'angle.* Il est composé, comme le prisme droit du même genre, de deux sortes d'arêtes latérales; mais de plus, il a toutes les arêtes des bases inégales, et ses angles solides sont de quatre espèces à chaque base, ce qui rend ce solide entièrement irrégulier et susceptible d'éprouver des modifications

sans nombre : heureusement que la nature fournit peu de minéraux susceptibles de se rapporter à ce type. D'après Haüy, les substances qui l'adoptent le plus souvent sont : le FELDSPATH, le DYSTHÈNE et le SULFATE DE CUIVRE.

Si quelques substances ont été omises, on trouvera toujours l'indication de leur cristallisation habituelle dans leur description.

CRISTAUX MACLÉS, HÉMITROPES ET TRANSPOSÉS.

Les cristaux étant isolés, forment, comme on vient de le voir, des solides réguliers. Mais il arrive souvent que la nature accolle ces cristaux isolés de manière à présenter un groupement pareillement isolé, formé de la réunion de deux ou plusieurs cristaux, et donnant aussi naissance à un solide fort difficile à reconnaître, puisqu'il a quelquefois l'apparence d'un tout régulier. Mais, dans tous les cas, que la réunion se soit opérée d'une manière directe ou d'une manière indirecte, on pourra tou-

jours reconnaître que les plans de jonction des cristaux sont parallèles à des faces possibles dans l'une et dans l'autre des substances accolées.

L'on pense bien que les cristaux réguliers, ayant leurs faces de mêmes espèces et s'accolant par ces mêmes faces, offriront dans leur réunion des touts réguliers, pourvu toutefois que ces faces soient égales, semblables et de côtés égaux; mais s'il en est autrement, il est certain que les groupemens qui seront produits devront naturellement être irréguliers.

On remarque dans ces groupemens les *mâcles*, les *hémitropes* et les *cristaux transposés*.

Les MACLES (fig. 47) sont des groupemens de cristaux réguliers et semblables, de toutes les formes et de tous les types, accolés les uns aux autres sous la forme de croix, dont les angles de jonction, plus ou moins aigus, présentent des figures diverses ou agrégations connues sous les noms de *gerbes*, de *roses*, etc.

Solides insolubles non métalloïdes en croix : Staurotide, Pyroxène, Amphibole noire, Silicio-Titaniate

de Chaux, Harmotome, Carbonate de Plomb et Aragonite.

Hémitropes. Ce sont des groupemens de cristaux dans lesquels, suivant Haüy, la réunion des deux corps a dû s'opérer en leur faisant exécuter une demi-révolution sur eux-mêmes pour les rapprocher.

Transposition. Ce même auteur a spécialement désigné par *cristaux transposés*, les groupemens chez lesquels cette révolution des cristaux sur eux-mêmes n'a dû être seulement que d'un sixième.

Solides insolubles non métallo des hémitropes ou transposés : Pyroxène, Amphibole noire, Épidotte, Feldspath, Spinelle octaèdre rouge, Carbonate de Chaux en dodécaèdre rhomboïdal.

Ces groupes imitent quelquefois des fortifications : Oxide d'Étain, de Titane.

Ces groupes prennent aussi la forme de prismes hexagones : Aragonite.

SECTION III.

Des formes et structures irrégulières des minéraux.

Nous devons maintenant étudier les mi-

néraux dans les groupes irréguliers formés par la réunion des substances plus ou moins confusément cristallisées, et souvent même réunies en masses à peu près informes. En décrivant ces diverses formes irrégulières des minéraux, nous aurons soin d'indiquer la manière d'être de leur structure, et les causes que l'on peut assigner à leur formation.

Les *groupemens irréguliers* peuvent être : CRUCIFORMES, ou en *croix;* en TRÉMIES ; LAMELLAIRES, *laminaires* et *saccharoïdes ;* FIBREUX, *aciculaires* ou *bacillaires*, *capillaires souples* et *soyeux*, *floconneux*, *réticulés*, à *fibres droites* ou *contournées* et *fibreux colonnaires;* SCHISTEUX, *fibro-schisteux* et *lamello-schisteux;* GLOBULEUX *radiés, uviformes*, *réniformes*, *mamelonnés* à *couches curvilignes*, *globuleux* à *couches curvilignes concentriques*, *testacés*, *réniformes ovoïdes* ou *tuberculeux*, en *géodes;* GRANULAIRES *oolitiques, testacés* et *arénacés;* CELLULAIRES *boursoufflés, carriés, poreux* et *ponceux;* en STALACTITES, *stalagmites* ou *mamelonnés;* IMITATIFS, *lenticulaires, dendroïdes, coralloïdes;* EN FORMES EMPRUNTÉES par *agglutination*,

par *incrustation*, par *moulage*, par *substitution graduelle*, *pétrifications*, *fossiles*; MASSES COMPACTES et *pierres*; MASSES TERREUSES.

GROUPES CRUCIFORMES.

Ce groupe se rapporte aux *mâcles*, et c'est la réunion que forment des minéraux en s'accolant les uns aux autres par le sommet de leurs bases. Cette réunion donne lieu à des figures quelquefois assez extraordinaires : les unes, à sommets dièdres ou à deux faces de 10° d'inclinaison, se réunissent par quatre et produisent des *croix* (fig. 48); les autres, dont l'inclinaison de l'angle dièdre du sommet n'est que de 72°, donnent des *étoiles à cinq rayons* en se réunissant par cinq. On voit six rayons lorsque la réunion est de six cristaux à sommets dièdres de 60°. Quant aux groupemens en roses et en gerbes qu'on remarque dans le *carbonate de chaux aragonite* et dans le *sulfure d'antimoine*, ce sont des réunions d'un très-grand nombre de ces cristaux, dont on peut connaître les espèces en se reportant à celles des *mâcles*.

GROUPES EN TRÉMIES.

On remarquera encore ici une agglomération régulière de cristaux plus ou moins bien formés : ce sont des pyramides creuses, nées de la réunion de cubes ou de rhombes adhérens les uns aux autres par les arêtes d'un seul de leurs côtés; ce qui présente l'idée d'une pyramide échelonnée en escalier dont le sommet est formé d'un cristal, la première marche de deux cristaux, la troisième de trois, et ainsi de suite, mais le tout renversé, puisque ce sommet de la pyramide est vers la terre. Ce phénomène se remarque à la surface des chaudières d'évaporation.

GROUPES LAMELLAIRES.

Si par la force d'agrégation des substances cristallines régulières ou non, mais de nature clivable, les cristaux viennent à s'entasser confusément les uns sur les autres, ils donneront naturellement naissance à une masse dont la fracture offrira une multitude de petites facettes brillantes plus ou moins larges, et dirigées dans tous les sens, comme

doivent l'être les cristaux dont ces facettes sont les faces de clivage. L'aspect de ces lames a fait donner à cette structure le nom de LAMELLAIRE, dont les groupes se subdivisent en *laminaires* et *saccharoïdes*.

Le nom de *laminaires* s'applique spécialement aux substances dont les facettes sont plus larges que l'ongle, c'est-à-dire passant quatre à six lignes.

Solides lamellaires et laminaires insolubles à éclat métallique : Arséniure d'Argent, Antimoine, Bismuth fondu, Zinc fondu, Cobalt gris, Peroxide de Fer, Protoxide d'Urane, Sulfure de Plomb, d'Antimoine, de Molybdène ; Tellurure de Plomb. — *Solides lamellaires et laminaires insolubles non métalloïdes.* DURS : Feldspath, Pétalite, Triphane, Pyroxène Sahlite, Lapis, Anthophillite, Hypersthène, Amphibole. TENDRES : Lapidolite, Chlorite, Carbonate de Chaux, de Chaux et Magnésie, de Zinc, de Fer, de Manganèse ; Sulfate de Baryte, de Chaux anhydre, de Chaux aqueux ; Laumonite, Diallage, Fluor, Sulfure de Zinc, de Mercure, Carbonate de Cuivre ; Anthracite, Houille, Lignites.

Masses saccharoïdes. On donne ce nom aux substances dont les facettes sont tellement petites, qu'on ne les distingue que par un miroitement qu'elles produisent en réfléchissant les rayons solaires. Le marbre

des statuaires en est un exemple des plus frappans; car le sucre, d'où cette structure tire sa désignation, a plutôt une structure granulaire, puisque le moindre choc détache les grains qui n'y sont qu'entassés. La structure saccharoïde se rencontre dans les substances suivantes :

Solides saccharoïdes à éclat métallique : Arséniure d'Argent, Tellure, Arséniure d'Antimoine, Sulfure de Plomb, Fer oligiste et magnétique. — *Solides saccharoïdes non métalloïdes.* DURS : Feldspath, Pétalite, Triphane, Pyroxène Sahlite, Lapis, Anthophillite, Hypersthène, Amphibole. TENDRES : Lépidolite, Chlorite, Carbonate de Chaux, de Chaux et Magnésie, de Zinc, de Fer, de Manganèse; Sulfate de Baryte, de Chaux anhydre, de Chaux aqueux; Laumonite, Diallage, Fluor, Sulfure de Zinc, de Mercure, Carbonate de Cuivre, Anthracite, Houille, Lignites.

GROUPEMENS FIBREUX.

Les masses dont la structure est ainsi appelée sont le résultat de l'agrégation de cristaux cylindroïdes, capillaires ou aciculaires, venant à se grouper entre eux sans prendre une adhérence complète; ce qui arrive toutes les fois que les substances ont été gênées

en se solidifiant; alors elles cristallisent en longues aiguilles, plus ou moins proportionnées, ce qui dépend de la température. On a donné le nom d'*aciculaire* aux cristaux et aux masses dont les fibres sont extrêmement fines, comme celles du *nitrate d'ammoniaque*, et si ce groupement est le résultat d'une simple agrégation irrégulière. Mais, si l'arrangement de ces fibres est produit par le retrait de la matière en se refroidissant, ce qui donne lieu à des solutions de continuité provoquant des divisions particulières, ces groupes prennent alors le nom de *bacillaires*. Mais de toute manière ces prismes sont accolés ensemble et déformés par leur pression mutuelle.

Solides fibreux aciculaires ou bacillaires insolubles à éclat métallique : Sulfure de Nikel, Oxide de Titane, Sulfure de Bismuth, d'Argent, d'Antimoine, Oxide de Manganèse, Argent. — *Solides insolubles non métalloïdes.* Durs : Topaze piknite, Scolézite, Mésotype, Épidote, Wernerite, Scapolite, Tourmaline, Ilvaïte, Amphibole, Staurotide, Allanite et Ruthile. Tendres : Aragonite, Carbonate de Plomb, Sulfate de Baryte, de Strontiane, Chromate de Plomb, Sulfure d'Arsénic, Laumonite, Phosphate de Fer, de Plomb. — *Solides fibreux capillaires roides :* Amphibole, Épidote, Pyroxène, Tourmaline,

Obsidienne, Ilvaïte, Oxide de Titane, de Cuivre ; Mésotype, Analcyme.

Solides fibreux capillaires souples et soyeux. Quand les aiguilles des masses sont tellement fines qu'elles ressemblent à des fils réunis, on leur donne le nom de *capillaires,* ce qui peut ne pas être seulement le résultat de la cristallisation, mais bien d'une cause purement mécanique. Ainsi, très-souvent cet effet est produit par une pression sur une substance en un certain état pâteux et prêt à se solidifier; alors cette pression, en faisant passer la matière encore presque liquide à travers des pores infiniment petits, aura formé des filets ou aiguilles, et l'accumulation de ces filets capillaires, les uns à côté des autres, aura fini par offrir une masse entièrement *fibreuse* et *capillaire.* Quand ces fibres réunies sont à peine adhérentes les unes aux autres, elles forment des masses souples, comme dans l'*amiante* ou *asbeste* des anciens, quelle que soit sa nature actuelle; cette amiante peut être amphibole actinote, amphibole trémolite, diallage, pyroxène, épidote.

Solides fibreux feutrés. Ce nom s'applique aux fibres qui sont comme feutrées et mêlées les unes avec les autres de manière à former une masse flexible. Connu autrefois sous les noms vulgaires de *cuir de Liége* ou de *carton de montagne*, on retrouve ainsi agglomérées les mêmes espèces que les précédentes à *fibres soyeuses.*

Solides fibreux, floconneux et *cotonneux.* Quelquefois ces fibres peuvent être si peu adhérentes les unes aux autres que leurs masses sont comme du coton : ainsi la MÉSOTYPE et le CARBONATE DE CHAUX *cotonneux.*

Solides fibreux réticulés. Souvent les fibres sont entrelacées avec régularité sous des angles donnés, ce qui forme des espèces de réseaux : le TITANE, L'ARSENIC et le COBALT.

Masses fibreuses à fibres droites ou *contournées.* Ces deux sortes de structure fibreuse se rencontrent dans un très-grand nombre d'espèces, et quelquefois un même échantillon les présente toutes les deux.

Solides insolubles à éclat métallique : Sulfure de Fer,

Oxide de Titane, Arsénic, Oxide de Manganèse, Sulfure d'Antimoine. — *Solides insolubles non métalloïdes.* A GROSSES FIBRES DURES : Quarz, Topaze piknite, Amphibole, Tourmaline, Disthène, Amphibole trémolite, Wollastonite. TENDRES : Aragonite, Carbonate de Chaux, Sulfate de Baryte, de Strontiane, de Plomb ; Carbonate de Plomb. A FIBRES DÉLIÉES : Épidote, Amphibole actinote, Diallage, Amphibole trémolite, Aragonite, Carbonate de Chaux, Sulfate de Chaux, Analcime, Scolésite, Mésotype, Stilbite, Ponce, Alunite, Sulfate de Baryte, de Strontiane ; Oxide rouge de Fer, Sulfure de Mercure, Oxide d'Étain, Carpholite, Carbonate de Cuivre.

GROUPES COLONNAIRES.

On appelle ainsi des masses à structure bacillaire, considérées sous le rapport des grandes masses de la nature. Elles présentent des colonnes à trois, quatre, cinq et six pans accolés plusieurs ensemble ou quelquefois isolés les uns des autres. Les unes, comme les *basaltes*, sont des produits volcaniques cristallisés au refroidissement de la matière; les autres, comme le *sulfate de chaux* de Montmartre, proviennent indubitablement du retrait de la matière lors de son dessèchement.

Quelquefois les masses possèdent à la fois la structure fibreuse et laminaire dans le même sens, ce qui prouve que les cristaux sont clivables dans le sens de leur longueur, comme le *sulfure d'antimoine*. D'autres, le *carbonate de chaux*, sont fibreux dans un sens et laminaire ou lamellaire dans l'autre, ce qui indique que ces cristaux sont clivables dans un sens perpendiculaire, ou plus ou moins incliné à leur axe. Enfin les solides peuvent être fibreux dans un sens et tout-à-fait compactes dans l'autre, ce qui résulte d'abord, comme dans le *sulfate de fer* et l'*aragonite*, de ce que les fibres sont étroitement agrégées entre elles ; ou bien, comme dans le *carbonate de chaux*, de ce que les fibres, naturellement laminaires, sont trop fines pour se manifester à nos sens.

GROUPES SCHISTEUX.

Il arrive quelquefois que les cristaux s'agrégent entre eux de manière à donner lieu à des masses divisibles en feuillets ou plaques à faces parallèles. Dans certains cas, les cristaux se sont réunis par les faces pa-

rallèles à leur axe, et leur adhérence entre eux est aussi forte que celle de leurs particules, tellement que l'on peut diviser ces masses, perpendiculairement à l'axe de leurs cristaux, en plaques ou feuillets plus ou moins épais : ce qui se voit dans le *carbonate de chaux* et de *magnésie, dans certains minerais de fer oligiste de Norwége, dans l'émeraude, la tourmaline, le corindon.* On peut s'en assurer en mettant les plaques entre deux tourmalines croisées et regardant la lumière à travers ; alors on verra des cercles concentriques, colorés, divisés par une croix; ce qui est une preuve de la perpendicularité à l'axe, comme nous l'expliquerons en traitant de la réfraction.

D'autres fois cette structure est *fibro-schisteuse*, et se trouve être le résultat de la réunion d'une multitude de petites aiguilles rangées les unes à côté des autres dans le même plan, tantôt parallèlement et bout à bout, tantôt croisées et entremêlées sur le plan ou jetées d'un plan à l'autre en tous sens : ce qui se voit dans les roches amphiboliques appelées *hornblend schiffer* par les Allemands.

Souvent encore ces feuillets sont produits par les dépôts des petites lamelles des substances lamellaires posées à plat sur un même plan et formant des masses qui se divisent en plaques, parallèlement à la face des lamelles, ce qui leur a fait donner par M. Beudant le nom de *lamello-schisteuses*. On remarque sous cette forme spéciale plusieurs *micas*, des *schistes argileux* ou *bitumineux*, des *grès*, des *sables*, des *argiles schisteuses*, des *houilles* et des *dépôts de grès bigarrés*.

Masse schisteuse insoluble à éclat métallique : Peroxide de Fer.—*Solides insolubles non métalloïdes*. TRÈS-FEUILLETÉS : Mica, Talc, Hydrate de Magnésie, Orpiment, Phosphate d'Urane, Stilbite, Sulfate de Chaux. MOINS FISSILES : Faserkiesel, Kieselschiffer, Feldspath, Phonolite, Amphibole schistoïde, Diallage, Micaschiste simple, Schiste argileux, Carbonate de Chaux, Marnes, Argiles, Hydroxide de Fer.

GROUPES GLOBULEUX.

Tout le monde connaît cette forme, et l'on a pu remarquer, en cassant ces boules que l'on rencontre dans les chemins, que très-souvent leur intérieur était formé d'une

multitude de petites aiguilles partant d'un centre commun et divergeant jusqu'à l'extérieur; aussi a-t-on désigné ces *globules* sous le nom de *radiés*, qui, d'après leur extérieur, peuvent être *uviformes*, *réniformes* ou *mamelonnés*. M. Beudant suppose que la gêne éprouvée par les cristaux qui se seraient pressés mutuellement a dû empêcher l'arrangement régulier des molécules; alors il en résulte une structure dont les couches sont *curvilignes* et forment des *sphéroïdes radiés*, comme dans des variétés de *sulfure de fer*. Assez souvent ces sphéroïdes sont à *couches curvilignes concentriques*, placées les unes sur les autres, et enveloppant quelquefois un petit grain de nature étrangère à ces couches et se trouvant au milieu d'elles; ce qui ferait supposer que ces globules sont le résultat d'un mouvement imprimé au liquide au moment où les particules de la matière s'en précipitent. Les eaux roulent aussi des grains de sable qui se recouvrent d'une couche de limon, puis d'une autre, et ainsi de suite, et donnent naissance à ces masses que l'on trouve sous cette forme à laquelle on donne encore l'épithète de *testacée*, comme

le *carbonate de chaux* et l'*hydroxide de fer.*

D'autres fois, quand les *sphéroïdes* sont *réniformes,* c'est-à-dire *arrondis, ovoïdes* ou *tuberculeux*, ils ont pu être formés en même temps que la masse, quoique étrangers à elle. Mais à l'instant de la consolidation du tout, l'attraction moléculaire ayant réuni sur un point ces matières étrangères au reste de la masse, et ces matières, présumées avoir été alors à l'état de gelée, n'ayant pu par conséquent cristalliser, ont été forcées de prendre les formes de *boules*, *d'amas noueux* ou *tuberculeux*, par la gêne qu'elles éprouvaient en étant pressées de tous côtés par la consistance du dépôt environnant.

Il est évident que le retrait de la matière de ces boules, en se détachant, a laissé quelquefois des milieux creux et vides : on les appelle *géodes*, et ces milieux sont souvent tapissés de cristaux de nature différente, ou remplis de petits grains compactes et détachés, produisant un léger bruit quand on les remue : ce que l'on remarque surtout dans les géodes de minerais de fer, appelés *pierres d'aigle.*

Enfin, les globules que l'on rencontre dans la nature doivent souvent leur forme arrondie au simple roulis des eaux, comme les galets des bords de la mer, ou les cailloux roulés qui se trouvent en couches plus ou moins épaisses dans le sein de la terre.

Solide globuleux radié à éclat métallique : Sulfure de fer.—*Solides globuleux insolubles non métalloïdes.* Durs : Quarz, Préhnite. Tendres. Carbonate de Cuivre, Sulfate de Chaux.—*Solides globuleux non radiés, à couches concentriques ou non, insolubles non métalloïdes.* Carbonate de Chaux, de Fer; Hydroxide de Fer, de Manganèse; Orpiment, Carbonate de Cuivre, Calamine, Carbonate de Zinc, de Chaux; Grunstein.—*Solides globuleux en rognons, ou noyaux insolubles et non métalloïdes.* Durs : Calcédoine-Silex, Jaspe, Opale, Grés quarzeux, Feldspath compacte, Obsidienne, Stilbite, Mésotype. Tendres : Carbonate de Chaux, de Fer des Houillères; Phosphate de Chaux. — *Solides globuleux roulés ou cailloux ronds grossiers insolubles et non métalloïdes.* Durs : Quarz, Calcédoine, Feldspath, Topaze, Corindon, Roches composées diverses. Tendre : Carbonate de Chaux compacte.

GROUPES GRANULAIRES.

Lorsque, par la force d'une simple agrégation, plusieurs cristaux réguliers ou obli-

térés, arrondis par une cause quelconque, sont entassés les uns sur les autres et retenus par une force moindre que celle qui tient réunies leurs particules intégrantes, il en résulte que le choc sépare les parties composantes des masses ainsi constituées, et que les fragmens qui se détachent les uns des autres restent entiers, sans se briser, et en laissant à leur place, dans la masse où ils étaient associés, des cavités ou des saillies. C'est à cette manière d'être des masses qu'on a donné le nom de *granulaire*, comme on le voit dans le *carbonate* et le *sulfate de chaux*, dans le *sulfate de baryte*, le *grenat*, etc. Quelquefois ces grains ne sont qu'agglutinés et désignés sous le nom de *grès*. D'autres fois ce sont des cailloux assez gros, agglutinés par un ciment particulier, formant des masses appelées *brèches*. Souvent la structure granulaire se rencontre aussi dans des roches composées de cristaux de plusieurs substances entremêlées et dont la cristallisation a été simultanée, comme dans le *granit*. Enfin, ces grains accumulés et réunis, soit immédiatement, soit par un ciment, sont autant de globules plus ou

moins gros à couches concentriques, et cette structure est indiquée par la dénomination *oolotique* : elle se voit dans le *carbonate de chaux*, l'*hydroxide de fer* et le *grunstein*.

Je crois que c'est ici la place d'indiquer les substances *arénacées ;* car ce sont ces mêmes grains détachés, ou même des fragmens lamellaires amassés sous les eaux ou dans la terre, sans tenir les uns aux autres par aucune agrégation ni ciment.

Solides granulaires : Grés divers, Quarz, Pyroxène, Grenat, Corindon, Emeril, Sulfate de Baryte.—*Solides granulaires à gros grains :* Grés divers, Grenat, Pyroxène, Coccolite, Feldspath, et Perlite.—*Solides granulaires testacés insolubles à éclat métallique :* Sulfure de Fer, Cuivre pyriteux, Antimoine arsenical, Arsenic, Bi-Arséniure de Cobalt, Protoxide d'Urane, Sulfure de Plomb, Peroxide de Fer. — *Solides granulaires testacés insolubles non métalloïdes :* Perlite, Carbonate de Chaux, de Fer ; Hydroxide de Fer, de Manganèse ; Orpiment.—*Solides arénacés insolubles à éclat métallique.* En paillettes : Platine, Osmiure d'Iridium, Palladium, Or micacé, Peroxide de Fer. En gros grains : Fer oligiste et magnétique, Platine. En petits grains cristallisés : Fer magnétique, Titaniate de Fer, Chromite de Fer.—*Solides arénacés insolubles non métalloïdes.* En sable fin : Quarz, Épidote, Grenat, Mica, Dolomie,

Hydrochlorate de Cuivre. En sable laissant quelques traces cristallines : Corindon, Spinelle, Zircon, Péridot, Feld-spath, Nigrine, Oxide de Fer magnétique, Chromite de Fer, Pyroxène, Amphibole.

GROUPES CELLULAIRES, BOURSOUFFLÉS, CARIÉS, POREUX OU PONCEUX.

Le retrait d'une matière, en se desséchant, y produit ordinairement des fentes; mais dans les substances minérales ces fentes se sont remplies d'autres matières, lesquelles se sont consolidées en fragmens plus ou moins réguliers qu'on appelle *ludus*, comme beaucoup de *rognons d'oxide*, de *carbonate de fer* et de *carbonate de chaux* dont les fentes sont remplies. Si maintenant nous supposons que la matière placée dans ces fentes soit enlevée par une cause quelconque, il en résultera un *squelette* pierreux ou une masse cloisonnée en tous sens ou offrant une multitude de cavités irrégulières, comme le *silex molaire*.

Souvent ces cavités sont encore produites par le dégagement des gaz qui se forment dans les matières terreuses ou fondues; ce que nous voyons en jetant de l'eau sur les *scories de nos fourneaux*. Il peut arriver aussi

que la séparation de deux substances, dont l'une, très-molle, étant précipitée par l'autre couverte d'*aspérités*, représente en creux l'empreinte de la seconde; phénomène qui se trouve être quelquefois le résultat de la décomposition qui a détruit ou altéré l'un des corps, de sorte qu'on ne retrouve plus alors que la matière rapportée et devenue *cellulaire*.

Ces diverses circonstances ont fait donner à cette structure les diverses épithètes de *cellulaire, boursoufflée, cariée, ponceuse, poreuse*, etc.

1° La *structure cellulaire* est celle des masses remplies de cavités à parois lisses, plus ou moins nombreuses ou rapprochées.

2° Quand ces cavités ont crevé les unes dans les autres, la *structure est boursoufflée*.

3° Si les cavités sont comme de petites tubulures ou petits tuyaux irréguliers, courant dans le minéral comme s'il avait été rongé par les vers, *la structure est cariée*.

4° Si les cellules sont extrêmement petites et nombreuses, comme une multitude de pores ronds ou alongés, à parois lisses ou déchiquetés, la *structure est poreuse*.

5° Quand ces cellules sont très-étroites, très-nombreuses, très-alongées, se dirigeant parallèlement les unes aux autres, en suivant une ligne ou droite, ou courbe, ou même tordue, cette *structure est alors ponceuse*, parce qu'on la remarque surtout dans la *ponce.*

GROUPES EN STALACTITES OU EN STALAGMITES OU MAMELONNÉS.

On donne le nom de *stalactites* à ces cônes ou cylindres alongés, creux ou pleins, presque toujours droits et à surface lisse ou onduleuse garnie de cristaux confus. Ces cônes ou cylindres sont attachés et suspendus à peu près verticalement à la paroi supérieure des cavités souterraines, et sont formés par le suintement des eaux surchargées de matières diverses, qui se déposent en anneau à la voûte et s'y attachent au fur et à mesure que les gouttes tombent et se succèdent.

Les *stalagmites* sont les protubérances ou *mamelons* que les gouttes en tombant laissent sur le sol, ce qui n'est que le résultat du dépôt des matières restées en suspension

dans les eaux, et qui n'ont pu s'attacher à la voûte : quelquefois ces mamelons s'élèvent assez pour aller joindre les stalactites. Les parois latérales des cavernes présentent le coup d'œil extraordinaire d'une tenture de draperie causée par le même suintement, laissant sur ces parois des dépôts saillans et ondulés.

Solides en stalactites et en stalagmites ou mamelonnés, insolubles à éclat métallique : Sulfure de Cuivre, de Fer; Oxide et Hydroxide de Manganèse.—*Insolubles non métalloïdes.* Durs : Quarz, Calcédoine, Opale, Datholite, Oxide d'Étain. Tendres : Calamine, Carbonate de Zinc, de Chaux, de Chaux et Magnésie ; Sulfate de Strontiane, de Chaux ; Phosphate de Plomb, Sous-Sulfate de Fer, Hydroxide de Fer, Carbonate de Cuivre, Phosphate de Cuivre, Soufre, Succin, Bitume.

GROUPES IMITATIFS LENTICULAIRES OU EN CRÊTE DE COQ.

Ce sont des agglomérations de petites lames cristallines, placées les unes à côté des autres, formant à la partie supérieure de leur réunion des zigzags imitant grossièrement des crêtes de coq.

Solides insolubles à éclat métallique : Fer oligiste, Sul-

fure blanc de Fer, Mispikel.— *Solides insolubles, non métalloïdes :* Quarz pseudomorphique, Prehnite conchoïde, Carbonate de Chaux, de Chaux et Magnésie, de Fer; Sulfate de Chaux aqueux, de Baryte.—*Solides imitant des fortifications :* Oxide d'Étain et Oxide de Titane.

GROUPES DENDROIDES OU EN DENDRITES ET ARBORISATIONS OU HERBORISATIONS.

Nous ne pouvons pas donner une plus juste idée de cette formation, que les jeux de la nature produits par la gelée sur nos vitres pendant les grands froids. Cette espèce d'arborisation ou herborisation d'une substance minérale se trouve souvent, soit à la surface, soit comme infiltrée dans l'intérieur d'une autre substance.

Solides dendroïdes insolubles à éclat métallique : Sulture de Fer, Hydrargure d'Argent.—*Solides dendroïdes insolubles non métalloïdes :* Carbonate de Chaux, Aragonite.

GROUPES CORALLOIDES OU EN BUISSONS.

Cette formation, de même nature que celle en dendrites, est la réunion d'aiguilles cristallines, droites ou contournées, implantées

plus ou moins obliquement les unes à côté des autres et dans tous les sens, ce qui forme de petites masses presque toujours attachées aux parois latérales des cavités souterraines, et représentant des espèces de touffes végétales à peu près semblables à celles du corail, d'où est venu ce nom de *coralloïde.*

Solides coralloïdes ou en buissons, insolubles et à éclat métallique : Or, Cuivre, Argent, Sulfure d'argent.

GROUPES DE FORMES EMRRUNTÉES DIVERSES.

Les eaux qui recouvrent le sol, et auxquelles l'intérieur de la terre doit son humidité, ne déposent pas toujours de la même manière les molécules minérales dont elles sont chargées; souvent elles ne servent qu'à tenir en suspens des matières meubles qui sont entraînées par d'autres substances, à l'instant que ces dernières cristallisent, ce qui n'est qu'une simple *agglutination;* tantôt les eaux salines, s'infiltrant à travers différens corps, y laissent des matières pierreuses formant des *incrustations* ou des *moulages* dans des cavités préexistantes. Enfin

ces matières infiltrées et déposées, pour ainsi dire, dans les pores d'une substance, en prennent la figure, tandis que celle-ci disparaît peu à peu, ce qui forme une *substitution graduelle.*

Dépôts par agglutination. C'est, comme nous venons de le dire, l'agglutination de matières entraînées par une autre substance pendant la cristallisation, et forcées de prendre par conséquent cette cristallisation qui lui est étrangère. Ainsi l'infiltration d'une solution calcaire à travers les sables fins de la forêt de Fontainebleau, donne naissance à ces cristaux connus sous le nom de *grès de Fontainebleau,* dans lesquels le sable se trouve quelquefois pour plus de 80 pour 100. On voit encore dans le même cas l'*axinite* et le *feldspath* dont les cristaux se sont formés en traversant des dépôts de *mica vert* ou *chlorite,* ainsi que le *quarz* cristallisé dans des matières *argilo-ferrugineuses.*

Dépôts par incrustation. Les dépôts laissés par les eaux salines sur les corps qu'elles rencontrent, soit végétaux, soit animaux, forment de petites couches extérieures, pier-

reuses, plus ou moins épaisses, qui représentent grossièrement ces corps; ce que l'on peut remarquer à la fontaine de Saint-Alyre, à Clermont en Auvergne, dans laquelle on place des fruits, des écrevisses ou d'autres objets pour les faire recouvrir d'un enduit calcaire, et les vendre ensuite aux curieux voyageurs, sous le nom impropre et faux de *pétrifications*. D'autres fois on reçoit les eaux salines dans des moules, et elles donnent une empreinte aussi nette qu'une sculpture; c'est ce que le docteur Vegny a fait exécuter aux bains de Saint-Philippe en Toscane.

Dépôts par incrustation pseudomorphique. Souvent il arrive que la cristallisation se modèle sur une substance précédemment cristallisée, et qu'elle en prend la forme, ce qui présente un cristal recouvert d'une multitude de petits cristaux n'offrant plus qu'un tout de la même forme que le corps enveloppé : tel est le *double carbonate de chaux* et la *magnésie du Mexique*, dont les cristaux sont groupés sur un carbonate ordinaire. Le *quarz* ou *cristal de roche* recouvre aussi quelquefois diverses substances.

Dépôts par moulages. Les eaux salines, comme nous l'avons déjà dit, profitant des cavités naturelles qu'elles trouvent, y laissent les matières dont elles sont chargées. D'autres fois ces cavités ne sont dues qu'à des coquilles enfouies dans le sein de la terre, et l'intérieur de ces coquilles sert de moule aux dépôts des eaux : les moules prennent alors le nom de *moule intérieur.* Mais quand ces cavités résultent de la destruction des corps organisés, coquilles, madrépores ou végétaux, les dépôts prennent la place de ces corps, et le vide qu'ils ont laissé dans la roche s'appelle *moule extérieur.* Enfin la destruction même d'un cristal laisse un moule intérieur ou cavité souvent remplie d'une substance qui a pris la forme et la place du cristal détruit, de sorte qu'on ne peut reconnaître cette mutation que dans le cas où la substance pseudomorphique ne cristallise pas sous la forme qu'elle possède accidentellement.

Dépôts par substitution graduelle. Certaines formes étrangères à la nature de quelques corps sont empruntées par ces corps au moyen d'une véritable substitution résultant

d'une opération chimique; ainsi, tantôt on voit les principes constituans d'un corps être expulsés, comme, par exemple, ceux d'un *carbonate* ou d'un *sulfate de chaux*, et se trouver remplacés par ceux d'une autre substance, comme par ceux du quarz : d'autres fois il n'y a qu'une partie des principes constituans qui se trouve substituée.

Ce changement des corps avait été surnommé *épigénie* par Haüy : les chimistes modernes l'attribuent à l'action d'une double décomposition en vertu de l'affinité. Si l'on en veut un exemple, que l'on expose un cristal de *sulfate de cuivre* dans de la *craie* ou *carbonate de chaux pulvérisé* et un peu humide, on trouvera quelque temps après que la surface du carbonate sera transformée en sulfate de chaux par la cession d'acide sulfurique faite par le sulfate de cuivre; voilà donc pourquoi tous les jours on rencontre des *carbonates de plomb* qui, ayant été exposés à l'action de l'hydrogène sulfuré, sont transformés en *sulfures de plomb*, et des *carbonates de potasse* devenus des *chlorures* par l'action de l'acide hydrochlorique qui les a frappés.

Souvent la structure intérieure de ces corps transformés reste la même que celle qui leur servait de type; d'autres fois, et le plus souvent, elle change aussi.

Pétrifications. N'est-ce pas à cette substitution chimique qu'on doit rapporter le changement qui s'opère dans le sein de la terre, et en vertu duquel des *coquilles* ou *madrépores*, de nature calcaire, sont transformés en matière souvent siliceuse? réaction essentiellement différente des changemens par *incrustation* dans les cavités des corps, ou par *moulage* dans les vides causés par la destruction de ces corps. Enfin, ne doit-on pas regarder la transmutation des animaux mous et des bois en corps pierreux et siliceux, comme l'effet de cette même substitution graduelle? Par conséquent on ne peut nullement reconnaître pour une *pétrification* les dépôts par incrustation ou par moulage.

Fossiles. Quoique les fossiles appartiennent plus spécialement à la GÉOLOGIE, si on les considère comme roches, ou bien aux diverses divisions de l'HISTOIRE NATURELLE des animaux et des végétaux, si on les con-

sidère comme espèces, cependant la fausse interprétation souvent donnée à ce mot nous fait croire qu'on nous saura gré d'en dire quelques mots. Les *fossiles* sont les restes des corps organisés réduits en pierres calcaires ou siliceuses, par incrustation ou par substitution graduelle. Quelques-uns, et ce sont les seuls qui portent spécialement le nom de fossiles, se trouvent enfouis dans les couches de la terre, ayant une date probablement antérieure à celle de l'espèce humaine : on les rencontre dans les terrains intermédiaires et secondaires. D'autres, qui sont des fossiles plus modernes, ne se présentent que dans les terrains tertiaires ou d'alluvion, résultant de la disparition, soit des eaux de la mer, soit des eaux douces. Nous ajouterons, d'après M. Cuvier, que plus les corps fossiles organisés sont anciens, moins ils ressemblent aux espèces qui vivent aujourd'hui; et même que ceux qui sont analogues aux espèces existantes sont d'une taille d'autant plus grande qu'on les rencontre dans des couches plus anciennes. Les fossiles ne doivent jamais présenter à l'analyse la moindre quantité de matière

organique, laquelle se fait remarquer par une odeur empyreumatique et ammoniacale: on n'y retrouve que du phosphate de chaux mêlé à des carbonates et siliciates ou autres sels calcaires simples ou doubles, quelquefois de la silice pure avec divers oxides dont la présence détermine sa couleur. Quant aux fossiles modernes, ils sont faciles à distinguer par la matière organique qu'on y trouve; et c'est à cette espèce qu'on doit rapporter les Anthropolites ou hommes fossiles trouvés jusqu'à ce jour. Il est inutile de trop s'attacher aux terrains dans lesquels on les rencontre; car ils pourraient y avoir été enfouis par un éboulement accidentel; événement qui arrive dans les terrains les plus anciens.

Corps ayant emprunté leurs formes : — 1° Aux végétaux : *Solide insoluble à éclat métallique :* Sulfure de Cuivre. *Insolubles non métalloïdes.* DURS : Calcédoine, Silex, Opale, Alunite. TENDRES : Carbonate de Chaux, de Fer; — 2° Aux Coquilles : *Solide insoluble à éclat métallique :* Sulfure de Fer; — 3° Aux animaux : *Solides insolubles non métalloïdes.* DURS : Calcédoine, Silex. TENDRES : Carbonate de Chaux, de Chaux et Magnésie, de Fer; Fluor, mais très-rare; Sulfate de Strontiane,

Phosphate de Fer, Hydroxide de Fer; — 4° Aux minéraux. *Solides insolubles à éclat métallique :* Sulfure de Plomb ayant emprunté sa forme au *Phosphate* ou *Carbonate de Plomb.—Solides insolubles non métalloïdes :* Quarz, Calcédoine, Grés, Carbonate de Zinc, Peroxide de Fer, Hydroxide de Fer, ayant emprunté sa forme au *Carbonate de Chaux ;* Stéatite ayant emprunté sa forme au *Quarz ;* Terre verte ou Chlorite ayant emprunté sa forme au *Feldspath* ou au *Pyroxène ;* l'Hydroxide de Fer ayant emprunté la sienne au *Sulfure de fer;* et le Carbonate de Cuivre au *Protoxide de Cuivre.*— 5° Dépôts par Incrustations sur des corps étrangers. — *Solides insolubles à éclat métallique.* Sur des minéraux : Sulfure de Cuivre, de Fer, de Plomb.—*Solides insolubles non métalloïdes.* Sur des plantes : Opale de Geyser, Carbonate, Sulfate de Chaux. Sur des minéraux : Quarz Hyalin, Carbonate de Chaux et Magnésie, Hydroxide de Fer, Sous-Sulfate de Fer.

MASSES COMPACTES.

Toutes les formes irrégulières que nous venons d'indiquer nous ont toujours offert des cristaux, irréguliers à la vérité, mais aussi toujours rangés dans un certain ordre et imposant une structure spéciale aux masses formées par leur agglomération. Maintenant il n'en est plus ainsi ; l'ordre a fait place au désordre le plus complet ; les

cristaux sont infiniment petits, les grains extrêmement fins ; et les cristaux lamellaires, granulaires ou fibreux, se trouvent mêlés pêle-mêle, sans présenter aucune structure spéciale reconnaissable : ce désordre a donné naissance à des masses positivement informes, auxquelles on a donné le nom de *compactes*.

Cependant on a établi une division dans ces masses : les unes ont un *éclat métallique*, les autres une *cassure à éclat vitreux*, et beaucoup ont l'*aspect pierreux* dans toute l'acception du mot, telles que nos *pierres diverses*.

Solides compactes insolubles à éclat métallique : Or, Cuivre pyriteux, Cuivre, Cuivre pyriteux panaché, Sulfure de Fer, Mispikel, Argent, Étain fondu, Plomb fondu, Antimoniure et Arséniure d'Argent, Fer, Sulfures d'Argent, de Cuivre, de Plomb, de Cuivre et Argent, de Cuivre et Antimoine; Cuivre gris, Bournonite, Sulfure de Cuivre et Étain, Arséniure de Cobalt, Fer oligiste, Carbure de Fer, Fer magnétique, Chromite de Fer, Tantalite, Wolfram.

Solides compactes insolubles non métalloïdes à cassure vitreuse. Corindon, Quarz, Eléolite, Topase pyrophysalite, Émeraude, Grenat, Oxide d'Étain, Obsidienne, Retinite et Opale.

Pierres. Dures : Quarz, Émeraude, Idocrase, Gabronite, Feldspath, Perlite, Lithoïde, Basalte. Tendres : Carbonate de Chaux, Marbres divers, Dolomie, Carbonate de Magnésie, Carbonate de Plomb, Carbonate de Fer, Sulfate de Chaux, Fluor, Sulfates de Baryte, de Strontiane; Diallage, Stéatite, Serpentine.

MASSES TERREUSES.

Très-souvent les particules fines des corps, soit qu'elles résultent d'un précipité chimique, soit que leur production ait eu lieu par le roulis des eaux ou par l'altération des masses les plus homogènes par une cause quelconque, ne sont nullement agrégées entre elles, quoique accumulées les unes sur les autres. Ces dépôts incohérens prennent cependant un peu de consistance par le dessèchement; mais le moindre effort peut les diviser, l'eau peut les pénétrer et les ramener à un état plus ou moins pâteux. C'est à ce genre d'amas qu'on a donné le nom de *masses terreuses.* Une couche de cette nature recouvre la plus grande partie de la surface du globe terrestre, et forme ce sol précieux que l'actif laboureur travaille, afin d'en obtenir les pre-

miers matériaux nécessaires à notre existence.

Solides terreux insolubles non métalloïdes : Kaolin, Tripoli, Argile, Magnésite, Marne, Craie, Webstérite, Hydroxides de Fer, de Manganèse; Oxides de Bismuth, d'Urane, de Cuivre, de Cobalt, de Molybdène ; Oxides rouge de Fer, de Plomb; Sulfure de Mercure, Chlorite, Carbonate de Cuivre, Matière Charbonneuse noire, Peroxide de Manganèse, Arséniate de Manganèse.

CHAPITRE III.

CAUSES DES VARIATIONS DE FORMES DES MINÉRAUX, ET DE LEUR DÉCOMPOSITION.

Les diverses formes régulières ou irrégulières que nous avons fait connaître ne sont pas seulement soumises aux lois fixes de la physique; mais certaines réactions chimiques introduisent souvent aussi un conflit d'actions, qui, à l'instant de la solidification des substances, produit les variations de formes qu'on rencontre dans les minéraux, et même occasione quelquefois leur décomposition.

§ Ier. *Variations de formes.*

On sait maintenant que la constance des angles des cristaux, démontrée comme certaine et invariable par Romé de Lille et Haüy, est, quoi qu'ils en aient dit, susceptible de varier suivant les diverses circonstances dissemblables dans lesquelles les molécules primitives intégrantes se trouvent à l'instant de leur rapprochement. Ainsi, une variation peut avoir lieu ou dans l'ouverture des angles, ou même dans toute la forme d'un cristal, soit en vertu de la température à laquelle ce cristal peut avoir été exposé, soit d'après la composition des substances cristallisées. M. de Mitscherlich a été conduit à observer la puissance de la température sur les cristaux, par suite de recherches fort intéressantes publiées en 1824. Ce savant a trouvé, à l'aide d'un très-bon goniomètre, 1° que les *rhomboèdres de spath d'Islande*, exposés à une variation de 3° de température, donnent une différence constante de 30″ dans les angles;

2° Que les cristaux qui appartiennent au

système régulier, et qui n'ont que la *réfraction simple*, se dilatent également en tous sens, sans éprouver par conséquent aucun changement dans leurs angles;

3° Que ceux dont la forme primitive est un rhomboèdre ou un prisme hexaèdre régulier, se comportent autrement dans la direction de l'axe principal que dans les directions transversales, et que les neuf axes perpendiculaires au premier subissent des variations parfaitement égales;

4° Enfin, que les cristaux dont la forme primitive est un octaèdre rectangulaire ou rhomboïdal, et généralement tous ceux qui ont deux axes de réfraction, se dilatent différemment dans leurs trois dimensions, et cela de manière qu'en général les petits axes se dilatent plus à proportion que les grands.

Ces expériences ont été répétées avec soin par M. Beudant; nous pensons qu'on peut les regarder comme positives et irrécusables, ainsi que les suivantes; ce qui apporte un nouveau perfectionnement au système d'Haüy, sans lui porter aucune espèce d'atteinte.

Les découvertes de M. de Mitscherlich nous expliquent donc des faits fort extraordinaires, et dont l'explication n'avait point encore été donnée.

Après ses découvertes sur la dilatation des cristaux par la chaleur, ce minéralogiste s'est assuré que d'autres circonstances peuvent aussi influer sur la variation des formes minérales. Les premières causes à citer sont : 1° la manière dont la substance a cristallisé, soit par évaporation, soit par fusion ignée; ainsi cette dernière n'impose pas au soufre la même cristallisation qu'il prendrait par évaporation, s'il se trouvait en dissolution dans un carbure de soufre; circonstances différentes qui semblent, dit M. Mitscherlich, changer le mode d'agrégation des molécules intégrantes, sans que chacune d'elles change cependant sa forme principale, c'est-à-dire qu'il n'y a eu de changement d'agrégation que parmi les molécules constituantes, qui, seules, ont pu être séparées par une faible chaleur, les autres devant, pour se décomposer, en exiger une beaucoup plus forte;

2° Les mélanges mécaniques des matières

étrangères qu'un sel peut entraîner avec lui dans la cristallisation, la nature du liquide dans lequel ces sels cristallisent, font aussi varier les formes, et influent autant sur la cristallisation que la combinaison et la composition des matières dont les molécules doivent se réunir sous une forme régulière ou accidentelle; car assurément, dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut plus révoquer en doute que l'introduction dans la composition d'un corps de matières diverses autres que celles qui doivent y entrer, ne soit une cause puissante de la variation des formes des cristaux. Mais ce qui est plus extraordinaire, ce sont les analogies de formes qu'on obtient par la même cause : c'est ce dont se sont convaincus MM. de Mitscherlich et Beudant par un grand nombre d'expériences. « Il est certain, disent-ils, que beaucoup de substances, simples ou composées, peuvent se remplacer l'une par l'autre dans les corps composés, sans y entraîner un changement de forme, pourvu que les autres principes constituans restent les mêmes et dans les mêmes proportions. » Ainsi : 1° le phosphore et l'arsenic se remplacent

très-bien l'un l'autre dans les arséniates et les phosphates des mêmes bases, au point que ces deux sels cristallisent d'une manière absolument semblable, pourvu qu'ils soient au même point de saturation, et qu'ils retiennent le même nombre d'atomes d'eau de cristallisation ; 2° le protoxide de fer, de zinc, de cobalt, de nikel et de manganèse, ainsi que le deutoxide de cuivre, la chaux et la magnésie, se remplacent tous l'un l'autre mutuellement, pourvu aussi que le nombre de leurs atomes soit le même; 3° cette substitution peut encore avoir lieu entre l'alumine, le deutoxide de fer et le manganèse ; 4° entre la baryte, la strontiane et l'oxide de plomb; 5° et entre le chlore, l'iode, le soufre et le sélénium.

Ces découvertes ont donné naissance à un groupe de composés particuliers, appelés par M. Mitscherlich *corps isomorphes*. Il serait, comme on voit, fort imprudent de vouloir s'en tenir à la méthode des formes cristallines que nous venons d'exposer, puisqu'il nous est maintenant démontré que des formes identiques peuvent être de natures très-différentes : ce qui nous explique pour-

quoi l'analyse se trouvait souvent en opposition avec la théorie des proportions définies, en démontrant dans les composés des corps que cette théorie n'avait pu prévoir y rencontrer.

Si, ébloui par les connaissances profondes de M. Berzélius, on prenait à la lettre ce que cet illustre savant a publié dans un mémoire, en 1826, on pourrait croire avec lui que cette faculté de certaines substances de se substituer les unes aux autres, existe sans que les caractères physiques diffèrent sensiblement ; cependant heureusement cela n'est pas rigoureusement vrai ; car si, d'après la nouvelle classification de M. Beudant, il ne restait aucun moyen de reconnaître les substances, alors il faudrait renoncer à la minéralogie, comme l'a répondu ce dernier savant. Mais nous n'en sommes pas réduits à cette extrémité, et tous les corps minéralogiques peuvent encore être reconnus et divisés, si ce n'est en classes, au moins en familles, espèces et variétés, ou bien suivant leurs *isomorphies* ou mélanges.

§ II. *De la décomposition des mineraux.*

Connaissant les lois qui régissent les formes des minéraux et les causes qui les leur font adopter, il est facile de se rendre compte de leur *décomposition*, mot qui ne signifie que séparation ou désagrégation des molécules intégrantes d'un corps. Ici la nature ne se conduit plus comme avec les êtres animés; car l'existence étant ravie à ces derniers, ils disparaissent du théâtre du monde, et retombent dans la classe des êtres inorganiques. Pour ceux-ci, l'existence est la seule présence d'un rassemblement en un corps quelconque de molécules intégrantes formant un tout, soit dans les airs, soit à la surface de la terre, soit enfin dans l'intérieur de ce globe. Mais la mort n'a aucun pouvoir sur ces êtres inorganiques : sa faux reste suspendue à leur aspect ; et si elle frappe, elle ne peut que faire disparaître un corps pour donner sur-le-champ naissance à un ou plusieurs autres corps; car cette classe d'êtres a cela de particulier, que dès l'instant où la cohésion n'a plus le pouvoir

de retenir rassemblées les molécules constituantes des corps composés et les molécules intégrantes de ces dernières, les unes et les autres profitant de la liberté qui leur est accordée, se désunissent et se séparent pour aussitôt se partager et se réunir de nouveau en diverses proportions. Elles donnent ainsi naissance à un ou plusieurs nouveaux corps composés, formés sous les lois de l'affinité; puissance qui s'empare des molécules désagrégées, et ne leur permet pas de rester en suspens dans l'espace; elle leur impose au contraire, aussitôt après la décomposition d'un corps, une nouvelle direction, et leur indique un point autour duquel elles doivent se rallier.

Si l'on veut un exemple de la décomposition des corps dans la nature, prenons un roc de *calcaire primitif*, supposons-le battu par les eaux; alors peu à peu la force de l'eau, plus grande que celle de la cohésion qui retient unies les molécules de la surface supérieure de la roche, désunira ces molécules et les désagrégera en se glissant entre elles; ces molécules ne faisant plus partie de la masse, seront entraînées par les eaux; mais

dès que celles-ci seront saturées, et surchargées de ces molécules calcaires, elles les déposeront sur quelque rivage, et ces dépôts formeront d'abord des couches ou feuillets très-minces qui chaque jour seront augmentés d'une nouvelle couche, toujours aux dépens de la roche primitive. Enfin celle-ci, sans cesse tourmentée, finira par être entièrement décomposée et détruite; mais sa présence seule, comme on le voit, a disparu, et les particules qui la composaient n'ont fait que se désunir pour se réunir sur un autre point; ce qui s'est toujours opéré par un des moyens indiqués dans le chapitre précédent, c'est-à-dire soit par dépôt, soit par incrustation, soit par moulage, ou enfin soit par une substitution graduelle. Tel est le sens dans lequel on peut entendre la décomposition des corps étudiés dans la Minéralogie; à part toutefois les réactions chimiques qui, comme nous venons de le dire, détruisent un corps inorganique pour en former sur-le-champ un autre. Ainsi le fer, par exemple, exposé à l'action de l'acide sulfurique affaibli, se trouve par ce contact décomposé en même temps qu'il décomposera

l'acide; il en résulte qu'une partie de l'hydrogène de ce dernier s'évapore et que le fer, en s'unissant à l'oxigène et au restant de l'hydrogène de l'acide, forme un sel connu sous le nom d'*hydro-sulfate de fer;* corps nouveau qui avec une surcharge d'oxigène donne naissance dans d'autres circonstances au *trioxide de fer*, qui lui-même exposé à l'action violente d'une très-grande chaleur, se désoxide et se réduit en son état primitif de *fer métallique*. Toutes ces métamorphoses diffèrent essentiellement, comme on le voit, de la décomposition minéralogique.

Livre Deuxième.

NATURE CHIMIQUE DES CORPS,

OU THÉORIE ATOMISTIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

NOTIONS GÉNÉRALES SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE.

La Chimie, basée maintenant sur des principes d'analyse positifs et de la plus grande exactitude, a donné à la Minéralogie une méthode nouvelle de classer les substances. Cette méthode, imaginée par le savant M. Berzélius, a généralement été adoptée, en tout ou en partie, par MM. Dalton, Wollaston, H. Davy, Haüy, Brongniart, Ampère et Beudant; elle ne repose pas seulement, comme on a cherché à le faire croire, sur de simples hypothèses ou sur des abstractions difficiles à comprendre; mais elle est le résultat des analyses opérées sur les composés minéraux, c'est-à-dire qu'elle n'est qu'une sé-

rie de faits ayant une connexion nécessaire avec la constitution intime des corps.

Cette théorie nouvelle, qui effraie encore quelques savans, est cependant fort utile pour faire rejeter et redresser les erreurs des anciennes écoles allemande et française. Tout en conservant ce qu'il y avait de bon dans ces méthodes, son objet a été de classer les espèces minérales non plus d'après les analogies ou ressemblances plus ou moins grandes de leurs formes cristallines ou de leurs autres caractères extérieurs, mais bien seulement d'après leur composition, et d'après les analogies qui règnent entre leurs élémens constituans; et, en outre, d'après les analogies que présentent les corps composés d'une grande quantité quelconque de ces divers élémens groupés ensemble dans des proportions toujours déterminées et régulières. Ce qu'il y a de fort extraordinaire, c'est que les méthodes atomistiques basées sur les proportions chimiques indiquent presque toujours des espèces déjà précédemment indiquées par le système chimico-géométrique d'Haüy, ce qui prouve la bonté de ces diverses manières de reconnaître les espèces,

et ce qui doit engager à employer en même temps ces différentes méthodes afin d'arriver à la vérité.

Pour parvenir au but que s'était proposé M. Berzélius, il fallait d'abord s'entendre sur le mot *atome*, ou dernière particule supposée indivisible, et à laquelle M. Brongniart a donné le nom d'*individu minéralogique*, le considérant comme la molécule intégrante ne pouvant plus être divisée sans être décomposée et par conséquent détruite; il ajoute en outre que les individus minéralogiques n'ont jamais été vus isolés, mais qu'ils sont au contraire toujours agrégés, et forment ainsi les échantillons visibles, quelque petits qu'ils soient. Cette base établie, il a été utile de connaître la composition de ces individus minéralogiques, et il a fallu très-souvent les supposer isolés; on a trouvé qu'ils étaient formés de principes composans divers que l'on a appelé *Élémens*, lesquels élémens ont dû par conséquent être aussi composés de l'agrégation de plusieurs individus invisibles ou *atomes*. On a donné à l'atome d'un de ces élémens un poids conventionnel qu'on a pris pour unité, et, par

comparaison avec le poids de l'atome de l'élement choisi, on a calculé le poids hypothétique de l'atome de chacun des autres élémens. Ce poids est, en effet, hypothétique, car le volume réel de l'atome peut très-bien par la suite être reconnu comme n'étant que le quart ou la moitié de l'atome actuel.

Ces élémens que la chimie actuelle ne peut décomposer sont au nombre de cinquante-trois, et forment un ensemble que M. Ampère a classé dans un tableau avec des signes d'abréviations pour distinguer ces corps. Il les y a rangés suivant les analogies qu'ils doivent, d'après lui, avoir les uns avec les autres, en les supposant sous la forme et le volume d'une dernière particule indivisible.

Il est probable que le nombre de ces élémens augmentera encore en raison des progrès de la science : déjà, depuis les derniers travaux de MM. Berzélius et Beudant, un nouveau corps a été découvert par M. Ballard : c'est le *Brôme* que, d'après sa nature, on pourrait peut-être intercaler entre le chlore et le phtore.

TABLEAU ANALOGIQUE.

— *Electro-négatifs.* — Silicium. Si. — *ou minéralisateurs.* —

Bore. B.
Carbone. C.
Hydrogène. H.
Azote. Az.
Oxigène. Ox.
Soufre. S.
Chlore. Ch.
Phtore. Ph.
Iode. Io.
Sélénium. Se.
Tellure. T.
Phosphore. P.
Arsenic. Ar.
Antimoine. An.
Etain. E.
Zinc. Z.
Cadmium. Cd.
Bismuth. Bi.
Mercure. Me.
Argent. Arg.
Plomb. Pb.
Sodium. So.
Potassium. Po.
Lithium. L.
Barium. B.

Tantalium. T.
Molybdène. M.
Chrôme. Chr.
Tungstène. Tu.
Titane. Ti.
Osmium. Os.
Rhodium. R.
Iridium. Ir.
Or. O.
Platine. Pl.
Palladium. Pa.
Cuivre. Cu.
Nikel. N.
Fer. F.
Cobalt. Co.
Urane. U.
Manganèse. Ma.
Cerium. C.
Thorinium. Th.
Zirconium. Zir.
Aluminium. A.
Glucinium. G.
Yttrium. Y.
Magnesium. M.
Calcium. C.

Corps jouant le rôle d'acides.

Corps jouant le rôle de bases, excepté : 1° le *Mercure* formant les amalgames d'argent ; 2° l'*Aluminium* formant des Aluminiates et des Silicio-aluminiates ; 3° le *Trioxide de fer*, minéralisateur de la Mélanite et de l'Yenite ; 4° Plomb ; 5° Manganèse.

— *Electro-positifs.* — Strontium. St. — *ou minéralisables.* —

Cette hypothèse de l'union des corps les uns avec les autres, sous la forme et en un certain nombre de leurs plus petites molécules possibles, a pris le nom de système *atomistique* ou *atomique*, et elle a donné lieu à

plusieurs classifications nouvelles. L'arrangement circulaire de M. Ampère a été adopté pour la Minéralogie, par M. Beudant, qui a jugé qu'il avait l'avantage de donner sur-le-champ une idée de l'analogie des substances les unes avec les autres; ainsi, le silicium, dit-il, a bien plus d'analogie d'un côté avec le tantale, le tungstène et le titane, de l'autre avec le bore et le carbone, qu'avec le strontium. Plus loin, le phosphore n'a pas plus d'analogie avec le cuivre qu'avec le strontium ou le silicium. Cependant on remarquera qu'il a cette analogie de plus avec ce dernier, que, comme lui, il est *électro-négatif* ou *minéralisateur*, tandis que les deux autres ne sont qu'*électro-positifs* ou *minéralisables*.

Cette série d'analogies, qui paraît à M. Beudant si naturelle, n'est pas telle aux yeux de M. Berzélius : il vient de l'accuser de n'être qu'artificielle. Cette attaque, attirée à M. Beudant par son *Traité de minéralogie*, a suscité entre ces deux savans une suite de discussions polémiques qui ne peuvent tourner qu'au profit de la science.

Sans nous mêler de cette discussion, et sans rechercher avec M. Paupaille, auteur du *Résumé de la Chimie moderne*, de l'ENCYCLOPÉDIE PORTATIVE, si la théorie atomique donne des résultats rigoureusement exacts, nous dirons simplement qu'elle est adoptée par les plus grands maîtres, tant en chimie qu'en minéralogie; et que notre but étant de faire connaître l'état actuel des sciences, nous devons en donner un exposé complet. Ce que nous dirons sera donc une suite des notions atomiques que l'on trouve dans le *Résumé de* CHIMIE. Du reste, on peut affirmer que les dissidences qu'on remarque dans les résultats atomiques des corps étudiés à Paris, à Londres, à Berlin et à Stockholm, viennent d'abord du plus ou moins de perfection des instrumens, et en outre de ce que l'on a travaillé dans chacune de ces villes sur des échantillons qui probablement différaient les uns des autres. Il serait donc à désirer qu'on analysât, dans un grand nombre de laboratoires, les mêmes échantillons d'une même substance, afin d'obtenir des nombres proportionnels aussi exacts que possible; car tout le monde

sait que, sans s'éloigner d'une trentaine de lieues, les échantillons divers, pris dans une même mine et dans un même filon, peuvent différer beaucoup les uns des autres dans leur composition. Souvent aussi, comme nous l'a fort bien assuré M. Beudant, il arrive qu'un endroit ou un côté d'un même échantillon est plus chargé que les autres d'un ou de plusieurs élémens du composé, phénomène de la nature qui n'a pu arriver que par un trouble dans la matière, à l'instant de l'agglomération moléculaire et pendant la formation de la substance.

Par conséquent, quoique cette théorie ne soit encore qu'une hypothèse appuyée sur des probabilités très-fortes, suivons sans crainte la route que nous tracent les Davy et les Berzélius, et soyons convaincus que s'ils s'égarent, ils seront les premiers à nous l'avouer plus tard, avec franchise, dès l'instant qu'ils auront des preuves irrécusables de leur erreur.

CHAPITRE II.

Des élémens ÉLECTRO-NÉGATIFS *ou* MINÉRALISATEURS, *et* ÉLECTRO-POSITIFS *ou* MINÉRALISABLES.

Quelques-uns des élémens placés dans le tableau de M. Ampère se trouvent à l'état libre dans la nature, mais ordinairement ils y sont combinés les uns avec les autres. D'après les analyses, ils paraissent unis deux à deux, trois à trois, etc.

Composés binaires. — Les substances ainsi combinées une à une, deux à deux, trois à trois, ne sont pas en nombre infini. Les *composés binaires*, c'est-à-dire deux à deux, résultent de la réunion du petit nombre des corps simples suivans : l'*oxigène*, le *soufre*, le *phtore* ou *fluor*, le *chlore*, le *carbone*, l'*arsenic*, l'*antimoine*, le *sélénium*, le *tellure*, le *mercure*, l'*or*, l'*osmium*, combinés avec les autres corps simples. Les composés produits par la combinaison de l'*oxigène*, et connus sous le nom d'*oxides* et d'*acides*, sont les plus nombreux. Faisons remarquer ici que,

depuis l'établissement de la belle théorie de Lavoisier, appliquée si heureusement à la chimie par M. Thénard, sous le titre de *Nomenclature chimique*, il a été découvert plusieurs substances nouvelles possédant les mêmes propriétés et les mêmes caractères que les acides, sans que l'oxigène entre dans leur composition; il s'y trouve remplacé par l'hydrogène, par le chlore, par le fluor, par l'iode. Le *soufre* ensuite offre le plus de combinaisons binaires; les autres n'en forment qu'une, deux, ou trois, appelés *phtorures* ou *fluorures, chlorures, carbures, arséniures, antimoniures, séléniures, tellurures, hydrargures, aurures* et *osmiures.*

Composés ternaires. — Ces composés semblent généralement résulter de la combinaison de deux composés binaires avec un principe commun, tels que deux sulfures réunis offrant la réunion de deux corps étrangers déjà précédemment unis avec le soufre, qui devient alors leur principe commun; ou bien, tels que deux corps oxigénés, comme l'union d'un oxide avec un autre oxide; chacun ayant une base différente et l'oxigène pour principe commun.

Composés quaternaires. — Ces composés peuvent résulter 1° de la combinaison de trois composés binaires du même genre; 2° d'un composé binaire avec un composé ternaire, tous deux oxigénés, comme les sels renfermant de l'eau de cristallisation; 3° de deux composés ternaires, comme les sels doubles de même acide ou de même base, ne retenant pas d'eau de cristallisation.

Les composés plus compliqués sont très-rares, et à peine en forme-t-on dans nos laboratoires; aussi en trouve-t-on encore moins dans la nature.

L'on a dû remarquer qu'il y a des corps simples qui paraissent réagir sur tous les autres, ou au moins s'unir avec beaucoup d'entre eux pour former ainsi de nouveaux corps; ils sont donc éminemment actifs, et avaient été appelés autrefois *modifians* ou *minéralisateurs*, mots impropres que M. Berzélius a remplacés par ceux d'*élémens électro-négatifs*, c'est-à-dire élémens qui, étant chargés d'une électricité positive par la nature, sont attirés par l'électricité négative du pôle positif d'une pile. Nous renvoyons à cet égard au *Résumé de* CHIMIE, où l'on trouvera un

aperçu de la théorie électro-chimique de M. Ampère; théorie qui fait jouer à l'électricité le principal rôle dans la formation moléculaire et chimique des substances, et qui offre beaucoup de vraisemblance, comme nous l'avons fait voir en traitant de la *formation des cristaux*.

Les autres corps sur lesquels les premiers agissent ne sont que des êtres passifs, et ils avaient reçu les noms de *modifiables*, de *minéralisables* ou *minéralisés*, et enfin d'*électro-positifs;* ils s'unissent d'une semblable manière; ainsi les *acides* et quelques *oxides* ont la propriété d'agir sur les autres corps et d'en former de nouveaux appelés *sels*, tandis qu'une série différente de la première, comprenant les *alcalis* et aussi quelques *oxides*, jouit de la faculté de neutraliser les acides ou les oxides qui en font la fonction.

Nous ferons remarquer que les *élémens électro-négatifs* agissant comme *acides*, se trouvent compris dans le tableau ci-dessus, depuis l'*étain* jusqu'au *titane*, en passant par le *silicium*. Les autres ont plus de tendance à rester des êtres passifs, excepté quelques alcalis très-violens qui, à un certain degré

d'oxidation, peuvent devenir *électro-négatifs*, et obtenir la puissance d'agir comme acides ; et quelques autres corps indiqués dans l'intérieur du tableau.

Nous venons de voir que les corps peuvent se combiner, suivant M. Ampère, d'après leur *nature électro-négative* ou *positive*; mais les quantités de chacun de ces élémens sont encore relatives dans leurs composés. Ces quantités sont toujours définies, c'est-à-dire non arbitraires, dans des proportions différentes qui ne sont pas l'effet du hasard. Ces lois de combinaisons paraissent assez bien connues, quoique plusieurs célèbres minéralogistes et géologues regardent encore cette découverte comme une pure hypothèse. Aussi, pour nous couvrir de nos plus fortes autorités, et pour tâcher de ne pas être obscurs dans ce travail difficile, nous suivrons pas à pas MM. Berzélius, Beudant et Gay-Lussac.

CHAPITRE III.

DES PROPORTIONS CHIMIQUES.

Les lois qui régissent les proportions des

élémens dans les composés reposent sur cette supposition que les corps ne sont que la réunion intime de particules d'un volume infiniment petit et indivisible, appelées *atomes;* ces particules, en s'unissant, se combinent entre elles par juxta-position. M. Dalton a supposé, suivant les idées du docteur Wollaston, que ces atomes étaient de forme sphérique; d'autres, sans compter Descartes et les anciens, leur ont assigné diverses autres figures, et c'est une question qu'on ne résoudra probablement jamais. M. Dalton, fixé sur la forme qu'il supposait aux atomes moléculaires, a jeté ensuite les bases d'un système qui chaque jour semble se rapprocher de plus en plus de la vérité, et qui va nous occuper. Toutes les notions concernant le système des proportions chimiques reposent sur cette loi entendue par Wensel et confirmée par Richter, à propos des acides et des alcalis, savoir : que les quantités pondérables de deux substances conservent, dans toutes les combinaisons qu'elles peuvent former avec une autre masse de tout autre corps, un rapport constant où les variations, s'il en éprouve, sont des multiples

ou des sous-multiples de l'une de ses valeurs. De là il résulte que la proportion d'un élément, dans toutes ses combinaisons, peut être représentée par un certain nombre multiplié ou divisé par un des premiers termes de la série des entiers; ce qui s'exécute facilement, comme on le verra, au moyen des tables des nombres relatifs à chaque corps simple, dressées par MM. Berzélius et Beudant.

Les atomes suivent donc des lois numériques dans leurs combinaisons, et la chimie a reconnu qu'un atome d'un élément se réunit avec un, deux, trois, quatre et cinq atomes d'un autre élément, mais en minéralogie, jamais avec plus de 6 atomes d'un autre corps simple. En admettant cette partie spéculative de la théorie atomistique, consistant en ce que les dernières particules ou parties constituantes des composés résultent toujours d'un petit nombre de molécules élémentaires ou intégrantes de chaque espèce (en sorte que le protoxide de cuivre, par exemple, est l'union d'un atome de cuivre avec un atome d'oxigène; que son deutoxide est l'union d'un atome de cuivre avec deux d'oxigène, etc.), on voit qu'on pourra, au

moyen du nombre de ces atomes élémentaires, représenter la dose d'un élément; et il n'y aura qu'à multiplier ce nombre par 2, 3, etc., pour les composés qui contiennent deux ou trois molécules de cet élément.

Ces réunions d'atomes élémentaires donnent par conséquent naissance à des atomes composés binaires, qui peuvent contribuer à former d'autres atomes composés ternaires ou quaternaires. Souvent deux atomes d'un composé s'unissent avec deux et trois atomes d'un autre composé; et plus fréquemment encore, en minéralogie, trois atomes se réunissent avec quatre d'un autre corps.

Mais, dans quelque proportion que s'exécutent ces combinaisons composées, elles ne sortent jamais des bornes prescrites par les lois genérales que nous allons poser. Il faut cependant en excepter les corps du *genre mélange* établi par M. Beudant, qui réunit sous cette dénomination, les composés *isomorphes* de M. Mitscherlich.

1° Dans les *composés binaires* le rapport des atomes est toujours tel, que la quantité

d'oxigène de l'un des atomes est un multiple de l'oxigène de l'autre. La même loi domine les *sulfures* et les *arséniures*, de sorte que le soufre ou l'arsenic de l'un des atomes du composé est un multiple du soufre ou de l'arsenic qui se trouve dans l'autre.

2° Les *composés ternaires*, ayant un principe commun, se constituent de plusieurs manières, savoir : *si les deux sels* qu'ils constituent *ont le même acide*, le nombre des atomes d'oxigène de l'une des bases est toujours le multiple d'un nombre entier des atomes d'oxigène de l'autre. *Si les deux sels* au contraire sont de même base et d'*acides différens*, le nombre d'atomes d'oxigène de la base unie avec un des acides, est le multiple d'un nombre entier d'atomes d'oxigène de l'autre portion de la même base combinée avec l'autre acide. Ainsi le nombre des atomes d'oxigène, compris dans un des composés ternaires, est le multiple d'un nombre entier d'atomes d'oxigène compris dans l'autre.

3° L'oxigène de l'un des oxides des atomes *composés ternaires* ou *quaternaires oxigénés* (car presque tous ces composés ter-

naires sont oxigénés), est un multiple ou sous-multiple d'un nombre entier de l'oxigène de chacun des autres oxides.

A ces règles certains acides apportent des exceptions : tels sont ceux produits par l'oxigénation du *phosphore*, de *l'arsenic* et de l'*azote*. Alors on remarque que chacun de ces radicaux donne deux acides dans lesquels les quantités d'atomes d'oxigène se trouvent dans le rapport de trois à cinq.

Il existe encore plusieurs autres anomalies; par exemple, dans les sels en *ate*, résultant de ces acides, le nombre des atomes d'oxigène de l'oxide est d'un ou plusieurs cinquièmes, et quelquefois, mais plus rarement, d'un ou plusieurs dixièmes, du nombre des atomes d'oxigène de l'acide. Dans les sels en *ite*, pareillement résultant de ces acides, le nombre d'atomes d'oxigène de l'oxide est un ou deux tiers de la quantité des atomes de l'oxigène de l'acide.

M. Berzélius a présenté à cet égard une hypothèse ingénieuse, mais qui ne détruit pas toutes les anomalies, comme le remarque fort bien M. Beudant; il suppose le *phosphore*, l'*arsenic* et l'*azote*, radicaux de

ces *acides hors des règles générales*, imprégnés d'un cinquième du nombre des atomes d'oxigène qu'il faut pour produire l'acide en *ique*. De cette façon, la plupart des anomalies disparaissent en effet.

§ I. *Poids des atomes.*

Maintenant que l'on doit comprendre la combinaison des atomes en volume, nous allons chercher à connaître le poids de ces atomes, afin de réduire, par le calcul, tous poids ou nombres proportionnels des corps donnés par l'analyse, en nombre relatif d'atomes représentés par le résultat de l'analyse. Pour arriver à ce but un point de comparaison était indispensable, et ce point était l'unité de mesure. M. Dalton, comme je l'ai dit, avait choisi l'hydrogène, mais M. Berzélius, jugeant avec raison que l'oxigène avait un poids plus connu et était plus répandu dans le système des corps bruts, adopta, avec le docteur Wollaston, le poids de son atome pour unité qu'il fit = 1,00 ou 100. Cette supposition faite, il a déduit les

poids des atomes de tous les autres corps en les comparant à cette unité.

Nous ferons observer que souvent des poids atomistiques d'un auteur diffèrent beaucoup de ceux d'un autre auteur, quoique l'oxigène ait toujours été pris pour base; cette différence provient de ce que les uns ont pris 100, 10 ou 1 pour représenter le poids primitif de l'oxigène avec lequel ils ont comparé les autres substances; mais le nombre 100 est généralement reçu; quelquefois même, comme l'a fait M. Thomson, on a adopté des demies et des quarts d'atomes, afin de ramener facilement, par ce moyen, à la théorie atomistique, deux ou trois substances dont les combinaisons offrent des anomalies fort rares, et qui servirent d'armes pour combattre cette théorie à sa naissance.

§ II. *Du calcul atomistique.*

Le gaz élémentaire, appelé oxigène, étant répandu à peu près dans tous les composés minéraux, on doit d'abord chercher pour quel poids cet élément entre dans l'analyse d'une substance, avant de déterminer le

poids de ses atomes. Ainsi le soufre, subissant plusieurs degrés d'oxidation, est intimement imprégné de trois nombres pesant d'oxigène (1), et cette combinaison est faite dans le rapport de 1 à 2 et 2 à 3, c'est-à-dire qu'un premier nombre d'oxigène 49,7 est doublé ou triplé pour une même quantité de soufre; ce qui donne lieu à des composés différens. De là, on peut déduire que la même quantité de soufre, ou un atome, est combiné dans le premier degré avec un atome d'oxigène, dans le second avec deux, et dans le troisième avec trois; et comme la combinaison d'un atome de soufre à un atome d'oxigène est dans la proportion de 100 à 49,7, et qu'on se représente 49,7 pour le poids de l'oxigène et 100 pour celui de soufre;

Alors, on dira que 49,7 pesant d'oxigène entrant dans le premier composé de soufre est à 100, poids primitif de l'atome d'oxigène, comme 100 pesant de soufre, est à x, nombre cherché du poids de l'atome du soufre, qui alors se trouve être 201,20, d'où (100 de soufre

(1) On trouve dans un composé de ce corps, sur cent parties, 49,7 d'oxigène, dans un autre, 99,44 d'oxigène; dans un troisième, 149,12 d'oxigène.

$\times \frac{100}{49,7}$ d'oxigène $=$ 201,20 poids de l'atome du soufre.)

De cette manière tout le monde peut calculer le poids de l'atome de toutes les substances connues, en rapportant toujours leur poids à celui de l'oxigène qui est 1,00, et séparant toujours ces nombres par la virgule décimale pour avoir les unités.

§ III. *Calcul des composés binaires.*

Il sera pareillement facile de transformer les analyses en poids des corps composés binaires, en analyses atomiques; car si nous prenons pour exemple l'analyse suivante : plomb 86, soufre 14, $=$ 100 — nous savons que le nombre 86 représente le total pesant ou proportionnel du nombre relatif d'atomes de plomb, et que le nombre pesant pareillement relatif de soufre est 14.

Nous divisons donc 86 de plomb par 2,589, poids relatif de l'atome du plomb que l'on trouve au tableau des élémens, puis nous divisons pareillement 14 de soufre par 201,20, poids relatif de l'atome du soufre, et l'on obtient, en supprimant de part et d'autre la virgule décimale pour les zéros qu'on a été obligé de mettre au dividende, 332 atomes de plomb, 695 atomes de soufre.

Divisez ce dernier par le premier nombre 332 des atomes de plomb, et vous verrez par le quotient que ce métal est au soufre dans le rapport de 1 à 2.

Le minéral est donc composé de

1 *atome de plomb* qui rigoureusement à l'analyse devrait donner	86,54
2 *atomes de soufre*.	13,46
	100,00

En effet, si vous voulez retrouver avec les seuls atomes le nombre rigoureux que l'analyse doit vous donner, vous faites ce calcul :

1 *atome de plomb* pèse.	2,589,00
2 *atomes de soufre* à 201,20 chacun, pèsent ensemble.	402,40
Total.	2,991,40

Ce total de la composition en poids est ramené à 100 parties par la proportion suivante : 2,991,40, total de la réunion des 3 atomes de plomb et de soufre, est à 100 d'oxigène comme 2,589, poids d'un atome de plomb, est à x : ou 86,54. Le reste pour arriver à 100 est 13,46, poids du soufre, d'où $(2,589 \times \frac{100}{2991,40} = 86,54 + 13,46)$. Il en est de même pour tous les autres composés binaires.

§ IV. *Calcul des composés ternaires.*

Quant aux composés ternaires que l'on

considère comme la combinaison de deux binaires entre eux, on trouve encore, quoiqu'ils soient plus compliqués, la même loi de proportion simple par rapport au corps électro-négatif commun. Par exemple, si l'on prend l'analyse d'un *molybdate de plomb* composé de : *oxide de plomb* 61, *acide molybdique* 39 = 100;

Je cherche alors la quantité d'oxigène contenue dans chacun des deux corps binaires de ce composé, et, d'après les analyses chimiques de M. Berzélius, qu'on peut suivre comme données certaines, sauf les erreurs reconnues et que lui ou M. Beudant et autres ont signalées, nous verrons que, d'une part :

100 d'*oxide de plomb* est et doit être composé d'*oxigène*.	7,171
Plomb.	92,829
	100,000

Nous chercherons donc ensuite pour ses composés binaires, auxquels nous rapportons les analyses des combinaisons ternaires, en disséquant pour ainsi dire ces dernières, quels sont les nombres relatifs d'atomes qui répondent aux nombres en poids de l'analyse ; et pour les 61 d'oxide de plomb, nous nous baserons sur ce que cet oxide doit contenir 7,171 d'oxigène sur 100. Nous nous fixerons ensuite sur ce nombre 7,171 d'oxigène et sur le nombre de plomb restant, qui est 92,829,

et nous dirons, 1° pour l'oxigène 100 : 7,171 :: 61 : x = 4,374. Puis, 2° pour le plomb, il n'y a qu'à soustraire du nombre 61 celui de 4,374 d'oxigène, il restera 56,625 de plomb ; et n'ayant égard pour l'instant qu'à l'oxigène, nous voyons que 4,37 est le nombre d'atomes d'oxigène entrant dans 61 d'oxide de plomb. Ce nombre n'est pas rond à cause des erreurs d'analyse produites par l'impureté des matières, ou par l'inexactitude des instrumens ; mais enfin il reste 56,62 atomes de plomb, tandis que pour trouver le nombre rigoureusement exact, il faudrait supposer que l'analyse donne :

Oxigène.	4,36 atomes.
Plomb.	57,50
Oxide de plomb.	60,86
Acide molybdique.	39,14

Total : 100,00 de *molybdate de plomb.*

L'acide n'étant composé que d'oxigène et de molybdène, il est donc bien clair que c'est un composé ternaire. Alors, voyons la réduction en atomes des 39 de cet acide que nous a donnés l'analyse : nous reconnaîtrons qu'il faut agir à son égard de même que pour l'oxide. Or, l'analyse chimique instrumentale donne :

Oxigène. . . .	33,45
Molybdène. . .	66,55
	100,00

On transformera donc toujours de même les parties pesantes en atomes :

$$\left.\begin{array}{r} \textit{Oxigène}\ 100 : 33{,}45 :: 39 : x \\ \text{ou } 33{,}45 \times \frac{39}{100} \end{array}\right\} = 13{,}04$$

$$\textit{Métal}\ \text{ou}\ \textit{base}\ 100 : 66{,}55 :: 39 : x = 25{,}95$$

Total. 38,99

A présent si nous comparons l'oxigène des deux composans, nous aurons la certitude que l'oxigène étant pour l'acide de plomb 4,37,

Pour l'acide molybdique 13,04,

ces deux nombres sont à peu de choses près comme 1 est à 3, c'est-à-dire que l'oxigène de l'acide est le triple de celui de la base.

Il est certainement juste de remarquer qu'il y a ici une erreur, quoique fort légère; mais, comme nous l'avons déjà dit, ces erreurs ne paraissent être jusqu'à présent que le résultat de l'impureté des substances analysées ou de l'inexactitude des instrumens.

Car si on suppose l'analyse rigoureusement exacte et composée : *Oxide de plomb*. . 60,86

Acide molybdique, 39,14

on aura en *oxigène de la base*. . 4,36

de l'acide. . . . 13,09

Ce qui donne le rapport juste de 1 à 3 à $\frac{1}{2000}$ près, sur lequel la mauvaise foi pourrait seule discuter.

Il sera donc très-facile de déterminer combien d'atomes d'acide sont combinés avec un atome d'oxide dans l'analyse ci-dessous :

$$\left.\begin{array}{ll}\textit{Oxide de plomb}. & 61\\ \textit{Acide molybdique}. & 39\end{array}\right\} = 100$$

Il n'y aura pour y arriver qu'à diviser 61, total du poids de l'*oxide de plomb*, par 2,789, poids de l'atome de cet oxide $\left(\left.\frac{61}{2,789}\right\} = 2,00\right)$. Puis l'on divisera ensuite 39, poids total de l'*acide molybdique* trouvé, par 896,80, poids de l'atome de cet acide, $\left(\left.\frac{39}{896,80}\right\} = 4,00\right)$. On obtiendra alors le nombre d'atomes d'oxide existant dans l'analyse, et l'on verra que le nombre d'atomes de l'acide est au nombre de ceux de l'oxide, comme 2 : 1, sauf les décimales provenant des erreurs d'analyse.

§ V. *Calcul des composés quaternaires.*

L'analyse des corps quaternaires est absolument pareille, et cela nous dispensera de répéter ces calculs, quoique cette théorie, qui est belle dans ses résultats, par sa nouveauté, semble difficile à comprendre; ce qui ne doit pas étonner, car il en est de même de toutes les théories dont on entend parler pour la première fois.

Nous ne ferons qu'indiquer l'analyse d'une variété d'*Émeraude*, pour faire connaître le mécanisme chimique des composés quaternaires.

Oxide de silicium ou silice. . .	68,64	100
Oxide d'aluminium ou alumine. .	17,96	
Oxide de glucinium ou glucine. .	13,40	

Ici la silice agissant comme un acide sur l'alumine et la glucine, il faudra chercher dans quelle proportion elle est combinée avec ces deux substances.

Dabord on cherchera la quantité d'oxigène contenu dans chaque oxide: dans 68,64 *de silice*, oxigène 34,63
17,96 *d'alumine*, id. 8,22
13,40 *de glucine*, id. 4,09
nombres d'*oxigène* qui suivent la proportion de 8 à 2 et à 1.

Ce résultat peut donner à choisir, pour le classement de ce minéral, entre :

1° Un *acide double* composé de la réunion de la silice et de l'alumine combinée à la glucine dans la proportion suivante :

2 atomes d'acide composé { 4 atomes de silice.
1 atome d'alumine.
1 atome de glucine.

2° Ou bien un composé dont l'acide d'un des sels est un multiple de l'acide de l'autre, qui serait

4 atomes de silice.
2 atomes d'alumine.
1 atome de glucine.

Or, d'après les lois d'analyse atomistique, on peut opter entre :

1° Un *quadrisiliciate d'alumine et de glucine* composé de :

86,28	quadrisiliciate d'alumine ou 2 atom.	= 60,56,00
13,72	glucine ou 1 atome.	= 9,62,56
100,00		70,18,56

D'où l'on retrouve les nombres cités en réduisant en centiémes.

2° Un *quadrisiliciate de glucine et d'alumine* composé de

47,71	quadrisiliciate de glucine, 1 atome.	= 33,48,24
52,29	combiné à bisiliciate d'alun. 2 at.	= 36,70,32
		70,18,56

Le quadrisiliciate de glucine se compose de

4 atomes de silice.	23,85,68
1 atome de glucine.	9,62,56
	33,48,24

qu'on ramène au poids d'analyse en réduisant en centiémes.

C'est cette faculté de pouvoir opter entre des combinaisons diverses d'un même composé, qui semble donner le droit de regarder cette théorie comme vicieuse et purement hypothétique, puisque franchement nous ne savons pas toujours très-bien quelle est la véritable combinaison du corps ainsi composé; mais ce défaut est si peu impor-

tant et se rencontre dans si peu de composés, qu'il est facile de fermer les yeux à son égard, surtout en apprenant que, d'après les expériences de MM. Petit et Dulong, sur le calorique spécifique des corps, il serait possible qu'on fût sur la voie de trouver bientôt le moyen d'obvier à cet inconvénient.

§ VI. *Calcul de la réduction des atomes en poids proportionnels.*

La réduction en atomes de toute analyse chimique en poids étant suffisamment expliquée, nous devons indiquer la manière de passer, par le calcul, de l'analyse en formules atomistiques à l'analyse en poids. Nous prendrons la formule de lecture de M. Beudant (Ca. Si. 2 + M. Si. 2). L'explication des signes de ces formules étant décrite dans le tome 2, à la fin de l'article sur les classifications, nous n'en parlerons pas ici et nous dirons seulement que ceux-ci indiquent 1 atome de *bisiliciate de chaux*, plus 1 atome de *bisiliciate de magnésie*.

D'abord nous traduirons cette première formule de lecture en formule chimique qui

nous donnera $\ddot{C}a^{3}\,\ddot{S}^{4} + \ddot{M}^{3}\,\ddot{S}^{4}$, c'est-à-dire 3 atomes d'*oxide de chaux* unis à 4 atomes d'*oxide de silicium*, plus 3 atomes d'*oxide de magnésie* unis aussi à 4 atomes d'*oxide de silicium*. Puis alors, décomposant chaque membre de la formule chimique, on dira :

Pour le premier membre :

1° L'*atome de chaux* ou d'oxide de calcium étant 712,06 multipliés par les 3 atomes indiqués, le signe de la *chaux* = ... 21,36,18

2° L'*atome de la silice* ou de l'oxide de silicium étant 596,42 multipliés par les 4 atomes indiqués, le signe de la *silice* = . . 23,85,68

Ainsi l'on obtient pour total du poids du premier membre ou du *bisiliciate de chaux*. 45,21,86

Passant ensuite au second membre de la formule, c'est-à-dire au bisiliciate de magnésie, on dira :

1° L'*atome de magnésie* ou d'oxide de magnésium étant 516,72, en le multipliant par les 3 atomes indiqués, le signe de la *magnésie* = 15,50,16

2° L'*atome de la silice* ou de l'oxide de silicium étant 5,96,42 multipliés par les 4 atomes indiqués, le signe de la *silice* = . . 23,85,68

Ainsi on obtient pour total du poids du second membre de la formule ou du *bisiliciate de magnésie*. 39,35,84

En réunissant les deux totaux des deux membres de la formule, on aura :

1 atome de bisiliciate de chaux. . = . 45,21,86
1 atome de bisiliciate de magnésie = . 39,35,84

Donnant pour total du composé. . . . 84,57,70

On réduira ensuite ce total du composé en centièmes par la proportion suivante : le total général 84,57,70 : 45,21,86, total du poids de l'atome du bisiliciate de chaux, :: 100, poids relatif de l'oxigène : $x = 53,46$, poids calculé de la quantité du bisiliciate de chaux entrant dans le composé. Soustrayant ces 53,46 de 100, on aura $100 - 53,46 = 46,54$, poids du *bisiliciate de magnésie*.

On pourra décomposer pareillement les formules de chaque oxide, et l'on parviendra à isoler leurs principes par la proportion suivante :

45,21,86, total du poids de l'atome du bisiliciate de chaux : 21,36,18, poids de 3 atomes de chaux :: 53,46, quantité du bisiliciate de chaux entrant dans le composé, est à $x = 25,25$, quantité de *chaux* entrant dans l'atome de bisiliciate de cet oxide, et $53,46 - 25,25 = 28,21$, qui est la quantité de *silice* entrant dans l'atome de ce même sel.

On aura de même les principes du *bisiliciate de magnésie* par la proportion semblable.

39,35,84 : 15,50,16 :: 46,54 : $x = 18,33$. Ce nombre 18,33 sera celui de la quantité de *magnésie*, entrant dans le bisiliciate et répondant aux 3 atomes de

magnésie, ses équivalens, l'on aura ensuite 46,54 — 18,33 = 28,21, quantité de *silice* répondant aux 4 atomes ses équivalens.

D'où l'on concluera que le corps est composé :

Silice 28,21 + 28,21 =	56	42
Chaux.	25	25
Magnésie.	18	33
Total. . .	100,	00

D'après cette explication, on voit que l'attention seule suffit pour faire ces calculs qui doivent donner pour résultat toujours des rapports de 1 à 2, de 2 à 3, etc. ; du moment où ces rapports ne seront pas simples, c'est-dire de 1 à 2, à 3, à 4 ou de 2 à 2, 3 à 4, il y aura certitude d'erreurs dans l'analyse, ou de la présence d'un mélange appelé *isomorphe ;* ce qui sera arrivé pour les cristaux de même forme et de nature diverse, toutes les fois que les corps auront cristallisé dans des circonstances qui ne leur permettaient pas d'être à l'état de pureté. On n'y rencontre plus alors constamment les mêmes proportions et les mêmes principes, puisqu'il y a plus ou moins de matières terreuses ou étrangères renfermées mécaniquement dans la substance pendant sa cristallisation.

On trouve fréquemment aussi des mélanges de substances de même formule de composition, simples ou multiples; alors pour les corps mélangés ou *isomorphes simples*, un oxide, dit M. Beudant, ne fait qu'en remplacer un autre qui se trouve en moins, d'où il résulte que l'oxigène se retrouve le même dans la substance.

Dans les composés mélangés ou *isomorphes multiples*, l'un ou l'autre principe se trouve fréquemment remplacé par un ou plusieurs principes de même formule, dont la quantité varie indéfiniment dans les diverses analyses, mais qui est toujours telle que son oxigène est égal à celui que renfermait le principe remplacé.

On peut facilemeut prendre une idée de ces remplacemens divers qui se trouvent dans les mélanges, en se rappelant l'analyse suivante :

37,00 de *silice*, contenant	18,61 d'oxigène	18,61	
13,50 d'*alumine*.	6,30		
7,50 de *tritoxide de fer*. . .	2,30	. . . .	10,01
4,75 de *tritoxide de magnésie*.	1,41		
29,00 de *chaux*.	8,14	. . . .	10,65
6,50 de *magnésie*.	2,51		
98,25			

Ce qui représente un corps formé par la réunion des compositions entrant dans presque tous les *grenats* et se rapprochant spécialement de celui qui a pour formule : $2\,\dddot{A}\,\dddot{Si} + \dot{C}a\,3\,\dddot{S}\,2$, indiquant 2 atomes de *siliciate d'alumine* unis à 1 atome de *siliciate de chaux*, et dont l'analyse présente le calcul suivant :

41 de *silice* contenant	20,60 d'*oxigène* ou	2 atomes.
22 d'*alumine*,	10,27	1
37 de *chaux*,	10,39	1
100		

Seulement, comme on voit dans la première analyse, les 10,01 d'oxigène des 13,50 d'alumine, des 7,50 de tritoxide de fer et des 4,75 de celui de manganèse, remplacent les 10,27 d'oxigène contenus dans les 22 d'alumine de celle-ci ; et les 10,39 d'oxigène des 37 de chaux qui s'y trouvent sont remplacés dans l'autre par 10,63 d'oxigène contenus dans 29,00 simplement de chaux, mais unis à 6,50 de magnésie.

C'est ce calcul des nombres atomistiques qui a constitué solidement une théorie qui dernièrement encore vient de recevoir de M. Dumas un perfectionnement assez important ; c'est l'indication du moyen de reconnaître l'exactitude des nombres obtenus par les poids. Ce jeune chimiste est parti de ce point, savoir : que les corps considérés comme simples étant fixes ou difficiles à ré-

duire en vapeur, leur densité n'a pu être mesurée exactement, et les poids spécifiques attribués aux atomes n'ont donc été déduits que d'une manière arbitraire. Pour obvier à cet inconvénient, ayant observé les rapports qui existent entre la chaleur spécifique des corps simples, et les proportions dans lesquelles ils se combinent, il est probablement arrivé à pouvoir déterminer actuellement le poids exact relatif des atomes.

Ce n'est pas seulement entre les volumes d'un composé qu'il existe des rapports simples, mais ils s'observent aussi, dit M. Dumas, entre les volumes des composés et la somme des volumes des élémens. Cependant, ajoute-t-il, cette somme des volumes des élémens est souvent diminuée par la contraction sans jamais éprouver de changement par la dilatation. Il a donc été forcé d'étudier les causes et les valeurs de ces contractions qui peuvent être diverses dans des combinaisons de mêmes substances. Cette loi des contractions se trouve quelquefois en opposition avec celle des proportions définies, et pourra peut être par la suite venir lui imposer quelques modifications ; car

le bore, par exemple, se combinant avec le chlore dans le rapport de 1 à 2, le nombre du composé se trouve 3, ce qui aurait également lieu si le rapport était de 2 à 3, comme il l'a admis pour l'hydrogène perphosphoré.

Ce qu'on vient de lire suffit pour faire comprendre parfaitement la théorie atomistique. Ce sera le complément nécessaire du *Résumé de* CHIMIE (1) de M. Paupaille, qui, se bornant aux généralités de la science, ne pouvait la suivre dans les détails de ses applications diverses.

§ VII. *Poids des atomes des corps simples.*

Pour faciliter les calculs, nous allons donner le Tableau indiquant les poids d'un atome de chacun des corps simples; nous les empruntons encore à M. Beudant, quoique nous sachions fort bien qu'il y règne quelques erreurs de nombres si l'on s'en rapporte aux dernières analyses de M. Berzélius; mais nous n'y avons point eu égard, parce que ces erreurs sont très-faibles, puisque les variations n'existent que dans les millièmes. Nous y avons joint les signes d'abréviations.

(1) 2 vol., grand in-32. Prix 7 francs.

TABLE

DU POIDS D'UN ATOME DES CORPS SIMPLES.

Aluminium A.	342,33	Molybdène Mo.	596,80
Antimoine An.	1612,90	Nickel N.	739,51
Argent Ag.	2703,21	Or O.	2486,00
Arsénic Ar.	940,77	Oxigène Ox.	100,»
Azote Az.	177,26	Palladium Pa.	1407,50
Barium B.	1713,86	Phosphore P.	392,30
Bismuth Bi.	1773,80	Phtore Ph.	472,67
Bore Bo.	69,655	Platine Pl.	1215,23
Cadmium Cd.	1393,54	Plomb Pb.	2589,00
Calcium Ca.	512,06	Potassium Po.	979,83
Carbone C.	75,33	Rhodium R.	1500,10
Cérium Ce.	1149,44	Sélénium Sé.	495,91
Chlore Ch.	221,33	Silicium Si.	296,42
Chrome Cr.	703,64	Sodium So.	581,84
Cobalt Co.	738,00	Soufre S.	201,20
Cuivre Cu.	791,39	Strontium St.	1094,60
Etain E.	1470,58	Tantale T.	3646,30
Fer F.	678,43	Tellure Te.	806,45
Fluor Fl.	75,03	Thorinium Th.	00,00
Glucinium G.	662,56	Titane Ti.	778,20
Hydrogène H.	6,217	Tungstène Tu.	1207,69
Iridium I.	600,00	Urane U.	3146,86
Lithium L.	255,63	Yttrium Y.	805,14
Magnésium M.	316,72	Zinc Z.	806,45
Manganèse Ma.	711,57	Zirconium Zi.	46,600
Mercure Me.	2531,60		

CHAPITRE IV.

Examen chimique des minéraux.

Quelles que soient l'exactitude et la valeur des caractères extérieurs et physiques des minéraux, et de ceux tirés de leurs formes, on ne croira jamais, comme l'a judicieusement dit M. Brongniart, connaître une espèce tant qu'on en ignorera la composition. La connaissance de cette composition s'obtient par l'examen chimique des minéraux. C'est Cronsted qui a fait sentir, dès 1758, l'importance de la composition; il fut suivi dans cette route par Bergmann et Gahn, et de nos jours, par MM. Berzélius, Beudant, Brongniart et d'autres savans.

Savoir faire cet examen avec exactitude, dépend de quelques circonstances que nous allons détailler :

L'échantillon doit être cristallisé s'il est possible, et parfaitement pur, c'est-à-dire sans aucun mélange de substances étrangères.

Cet échantillon peut être livré à l'examen et même à l'analyse chimique, qui va plus loin que le simple examen, et indique d'une

manière absolue le nombre de chaque atome élémentaire entrant dans un atome de l'échantillon. C'est un travail difficile qui a été porté au dernier degré de perfection par MM. Berzélius, Wollaston, Vauquelin et divers autres savans français et étrangers.

On pourrait rapporter ici à la rigueur les impressions que les minéraux font sur nos sens, et qui dépendent de leur composition chimique, comme la saveur et l'odeur. Cependant nous les avons laissés avec les caractères extérieurs, suivant la classification de l'école empirique.

Pour examiner un échantillon on a besoin de très-petites capsules en verre ou en porcelaine; ce sont des vases plus ou moins grands, ayant la forme de verres de montre, dont on se sert le plus souvent en place d'autres capsules. C'est dans ces vases qu'on met les substances ou leurs solutions en contact avec les réactifs. Une plaque de verre placée, à l'exemple du docteur Wollaston, sur une feuille de papier blanc, est encore fort bonne pour examiner ces solutions. On en met une goutte sur cette plaque de verre, puis, avec un petit cylindre

de verre de 8 ou 10 pouces de long, on prend une goutte d'un réactif qu'on jette sur celle à essayer; la réaction se fait très-visiblement. On pense bien qu'avec la plus petite quantité d'une substance on peut faire ainsi une foule d'essais.

Il y a deux manières d'essayer les minéraux, soit *par la voie humide*, soit *par la voie sèche*.

§ I. *Examen par la voie humide.*

On verra si le corps est soluble ou le devient; quels sont son acide et sa base; si ce corps est soluble dans l'eau ou les acides hydrochlorique et nitro-hydrochlorique; si ces solutions sont colorées ou incolores; si leurs dissolutions se font avec ou sans effervescence, à chaud ou à froid, avec dégagement d'acide nitreux ou sans en dégager, mais se prenant en gelée; ou s'il n'y a ni effervescence, ni dégagement de gaz, ni formation de gelée; enfin, si le mélange avec le carbonate de soude est soluble dans l'acide nitrique ou l'acide hydro ou nitro-hydrochlorique.

TABLEAU ALPHABÉTIQUE

Des *Substances minéralogiques* et des *réactifs* usuels qu'on emploie pour les reconnaître, avec les *phénomènes* qu'ils opèrent.

SUBSTANCES.	RÉACTIFS.	EFFETS PRODUITS.
Acide arsénieux.	Chaleur.	Vapeur à odeur d'ail.
	Sulfate de cuivre après que la solution a été saturée de potasse.	Précipité vert.
Acide arsénique.	Chaleur.	Odeur d'ail ainsi que les précipités.
	Nitrate de plomb.	Précipité blanc.
	—— de zinc. } —— de mercure. }	Précipité blanc jaunâtre.
	—— d'argent.	Précipité rouge bleuâtre.
	—— de strontiane.	Aucun précipité.
Acide borique.	Acide nitrique. Alcool.	Précipité en écailles blanches et nacrées, peu solubles dans l'eau, mais facilement dans l'alcool, qui brûle alors avec une flamme verte.
	Chaleur.	Il perd son eau de cristallisation et se vitrifie.
Acide carbonique.	Barite en solution.	Précipité blanc, pesant, soluble avec effervescence dans l'acide nitrique.

Acide chromique.	Nitrate de plomb. —— de mercure. —— d'argent.	Précipité jaune. —— rouge. —— cramoisi. Ces précipités deviennent verts, puis jaunes, si on les expose à la chaleur, et sans répandre d'odeur.
Acides divers.	Teinture de tournesol.	La teinture rougit et redevient bleuâtre ou violette par les alcalis.
Acide hydrochlorique.	Nitrate d'argent. Proto-nitrate de mercure.	Précipité en flocons blancs solubles dans l'ammoniaque, plus sensible que le nitrate d'argent, précipité indécomposable et insoluble dans l'eau.
Acide hydrosulfurique ou hydrogène sulfuré ou sulfure d'hydrogène.	Papier imprégné d'acétate de plomb.	Le papier noircit.
Acide molybdique.	Acide nitrique. Zinc.	Précipité pulvérulent soluble dans l'eau, laquelle alors devient bleue par un barreau de zinc.
Acide nitrique.	Potasse mêlée à l'acide essayé et tremper un papier dans le mélange.	Le papier séché brûle en scintillant sans répandre de vapeurs ni d'odeur de chlore.
Acide phosphorique.	Eau de chaux.	Précipité blanc *floconneux* et demi-transparent. Celui produit par les carbonates est *grenu*.
	Nitrate d'argent.	Précipité jaune.
	—— de plomb. —— de zinc. —— de mercure. —— de strontiane.	Précipité blanc.

Suite du Tableau alphabétique.

SUBSTANCES.	RÉACTIFS.	EFFETS PRODUITS.
Acide sulfurique.	Chaleur très-élevée.	Le décompose en acide sulfureux et oxigène.
	Nitrate de barite.	Précipité presque insoluble dans l'eau, lequel chauffé avec du charbon, laisse un goût d'œufs pourris et en dégage l'odeur par la réaction d'un acide faible.
Acide tantalique.	Acide nitrique.	Précipité blanc pulvérulent insoluble dans l'eau, ne changeant pas de couleur dans l'acide nitrique bouillant.
Acide tungstique.	Acide nitrique	Précipité blanc pulvérulent insoluble dans l'eau, tournant au jaune dans l'acide nitrique bouillant.
Acier,	Acide nitrique.	Il se couvre de taches noires; plus elles sont petites et à égale distance, meilleur il est.
Alcalis.	Papier de tournesol coloré en rouge par l'acide sulfurique faible.	Le papier redevient bleuâtre ou violâtre.
Alumine;	Ammoniaque.	Précipité soluble dans un excès d'alcali; la potasse caustique la sépare de la magnésie.
	Nitrate de cobalt.	Couleur blanche non chauffée au chalumeau.

Ammoniaque (sels d').	Potasse et soude.	L'ammoniaque dégage une odeur particulière très-forte.
Antimoine.	Acide nitrique. Eau.	Précipité soluble dans l'acide hydrochlorique dont il se reprécipite par l'eau.
Argent.	Acide hydrochlorique.	Précipité en flocons blancs, soluble dans un excès d'ammoniaque duquel on le précipite par un acide.
Arséniates.	Chaleur en mêlant les substances avec du charbon. Nitrate d'argent.	Répand une odeur d'ail. Solution précipitant en brun par le nitrate d'argent.
Arsenic.	Chaleur soit par simple combustion soit traité avec du charbon.	Volatil et répand une odeur d'ail.
Baryte.	Acide sulfurique. Zinc métallique. Arséniate de soude.	Précipité blanc. Nul effet. Precipité blanc.
Bismuth.	Acide nitrique. Eau.	Solution avec dégagement de gaz nitreux précipitant en blanc par l'eau.
Borates.	Acide nitrique.	Le résidu est de l'acide borique. La solution précipite par simple évaporation.
Brôme, peu connu.	Or, si le brôme est pur.	Dissolution du métal.
Cadmium.	Chaleur par le chalumeau.	Colore de suite la flamme en vert ou bleu, laissant sur le charbon un acide jaunâtre.
Carbonates.	Acide nitrique. Hydrochlorique. Nitro-Hydrochlorique.	Solubles avec effervescence, tantôt à froid, tantôt à chaud.
Cérium.	Ammoniaque en excès. Hydrocyanate ferruré de potasse.	Précipité blanc insoluble dans les alcalis et brunissant à l'air ou au feu.

Suite du Tableau alphabétique.

SUBSTANCES.	RÉACTIFS.	EFFETS PRODUITS.
Cérium.	Oxalate d'ammoniaque.	Précipité blanc insoluble dans les alcalis et brunissant à l'air ou au feu.
Chaux.	Oxalate de potasse.	Précipité blanc abondant.
Chlore.	Chaleur.	Dégage une odeur particulière.
Chlorures.	Chaleur jusqu'à calcination.	Ne dégagent pas d'eau.
Chrome et chromides.	Carbonate de soude fondu avec	Solution précipitant :
	Nitrate d'argent,	En rouge par le nitrate d'argent.
	Nitrate de plomb.	En jaune par celui de plomb.
Cobalt mêlé d'arsenic.	Ammoniaque, potasse et soude.	Précipité brun rougeâtre.
Cobalt pur.	Borax.	Le verre de borax est coloré en bleu.
	Alcalis.	Précipité bleu.
Cobalt solution neutre.	Ammoniaque.	Précipité floconneux violacé.
Cobalt solution acide.	Soude et potasse.	Précipité floconneux violacé.
	Phosphate de soude.	Précipité devenant bleu.
Corps solubles dans l'eau.	Eau.	Eau colorée ou incolore.
Corps solubles dans les acides.	Acide nitrique.	Ils présentent les phénomènes suivans, et sont
	—— hydrochlorique.	Solubles avec effervescence.
	—— nitro-hydrochlorique.	—— avec dégagement du gaz nitreux.
		—— sans dégagement du gaz nitreux, mais formation de gelée.
		—— et sans dégagement de gaz ni formation de gelée.

Corps solubles après leur mélange ou leur fusion avec le carbonate de soude.	Eau.	Solution aqueuse.
	Acide nitrique.	Solution nitrique.
	Acide hydrochlorique.	Insoluble dans l'acide nitrique, mais soluble dans l'acide hydrochlorique.
Cuivre et Cuprides.	Acide nitrique.	Solution laissant du cuivre sur une lame de fer.
	Fer.	
Étain.	Acide hydrochlorique.	Solution précipitant en pourpre par l'hydrochlorate d'or.
	Hydroclorate d'or.	
Fer deutoxidé.	Hydrocyanate simple de potasse.	Faible précipité vert bleuâtre.
	——— ferruré.	Précipité abondant bleu clair.
Fer oxidé sans déterminer le degré d'oxidation.	Ammoniaque en excès en ajoutant après,	Flocons jaunes bruns insolubles dans les alcalis.
	Hydrocyanate ferruré de potasse.	Précipité bleu.
Fer protoxidé.	Hydrocyanate simple de potasse.	Précipité abondant orangé.
	——— ferrure.	Précipité blanc.
Fer tritoxidé.	Hydrocyanate simple de potasse.	Précipité presque insensible.
	——— ferruré.	Précipité abondant bleu foncé.
Glucine.	Ammoniaque.	Précipité blanc sucré soluble dans la potasse et la soude caustique, ou dans le carbonate d'ammoniaque.
Hydrogène.	Seul, mis en combustion.	Brûle activement.
	Oxigène, une partie unie à 2 d'hydrogène et le tout allumé par l'étincelle électrique.	Détonnation et formation d'eau.
	Chlore uni à l'hydrogène et exposé aux rayons solaires.	Détonnation violente, expérience dangereuse.
Hydrogénides.	Chlore.	Formations d'acide chlorique, les corps unis à l'hydrogène sont mis en liberté.

Suite du Tableau alphabétique.

SUBSTANCES.	RÉACTIFS.	EFFETS PRODUITS.
Hydrochlorates.	Chaleur.	Dégagent odeur de chlore.
	Acide sulfurique.	———
	Nitrate d'argent	Précipité floconneux blanc soluble dans un excès d'ammoniaque.
Iode.	Amidon en solution.	Cette solution se colore en bleu vif noirâtre ou violâtre.
Iridium,	Acide hydrochlorique et évaporation.	Dissolution et précipité en flocons noirs.
Lithium.	Carbonate de soude.	Précipité qui chauffé sur le platine, le corrode fortement.
Magnésie.	Ammoniaque.	Précipité souvent mêlé d'alumine dont on le sépare par la potasse caustique.
	Nitrate de cobalt.	Donne une couleur rose si on chauffe au chalumeau.
Manganèse oxidé.	Ammoniaque en excès.	Précipité brunâtre qui donne une frite verte calciné avec la soude.
Manganèse et manganides fondus avec le carbonate de soude.	Eau.	Frite verte soluble dans l'eau qu'elle colore en vert.
	Hydrocyanate simple de potasse.	Précipité abondant et blanc.
	——— ferruré.	Précipité jaune sale.
Mercure.	Chaleur.	Volatile, se sublimant en gouttelettes métalliques.

	Cuivre.	Le cuivre blanchit si on le frotte avec du mercure.
Nikel.	Potasse.	Précipité vert pomme.
	Ammoniaque, puis ensuite hydrocyanate ferruré de potasse.	Solution tirant au violet, devenant verte par l'hydrocyanate.
Nitrates ou azotates.	Chaleur.	Se décomposent.
	Acide sulfurique avec limaille de cuivre.	Dégagement d'acide nitreux.
Or.	Acétate de cuivre aidé par la chaleur.	Précipité métallique d'or.
	Étain.	Précipité poupre.
Osmium.	Chaleur dans un tube ouvert.	Le vaporise avec odeur de chlore faible.
Oxalates.	Eau de chaux.	Précipité blanc grenu, soluble dans les acides nitrique et hydrochlorique sans effervescence.
Oxides. *Voy.* leurs métaux ou leurs familles.	»	»
Palladium.	Acide nitro-hydrochlorique.	Solution non troublée par les sels de potasse.
Phosphates.	Hydrocyanate ferruré de potasse.	Précipité vert olive.
	Nitrate de plomb.	Précipité blanc soluble sans effervescence dans l'acide nitrique, dégageant une odeur de phosphore au feu.
Phosphates fondus avec le carbonate de soude.	Solution qu'on dépouille de son acide carbonique.	
	Nitrate d'argent.	Précipité jaune.
	—— de strontiane.	Nul effet.

Suite du Tableau alphabétique.

SUBSTANCES.	RÉACTIFS.	EFFETS PRODUITS.
Phtore et solutions des fluates ou phtorides.	Acide nitrique.	Solution.
	Nitrate d'argent, de baryte, de mercure, de plomb, de strontiane et de zinc.	Précipité blanc.
	Acide phosphorique.	Vapeurs blanches corrodant le verre.
Platine et platinides.	Acide nitro-hydrochlorique.	Solution.
	Sels de potasse ou d'ammoniaque.	Précipité jaune.
	Acide hydriodique.	Colore la solution en rouge de vin.
Plomb et plumbides fondus avec le carbonate de potasse.	Acide nitrique.	Solution.
	Sulfates.	Précipité blanc.
	Hydrocyanate de potasse.	
	Chromate de potasse.	Précipité jaune plus ou moins vif.
	Zinc.	Lamelles métalliques brillantes.
Potasse.	Hydrochlorate de platine.	Précipité jaune.
Rhodium.	Fer décapé.	Précipite le rhodium en paillettes noires.
Sels. *Voy.* leurs acides ou leurs bases.	»	»
Séparation de l'alumine de la glucine.	Carbonate d'ammoniaque.	Précipité de carbonate de glucine. Solution d'alumine.
Séparation de l'alumine de la magnésie.	Potasse caustique.	Précipité de magnésie. Solution d'alumine et de potasse on pré-

		cipite cette dernière par l'hydrochlorate d'ammoniaque.
Séparation de l'alumine et du fer.	*Idem.*	*Idem.*
Soude.	Hydrochlorate de platine. Carbonate de soude. Acide hydrochlorique.	Effets nuls.
		Formation d'hydrochlorate de soude ou sel commun précipitant en cubes par la chaleur, et saveur connue.
Sulfates chauffés avec mélanges de carbonate de soude et charbon.	Acide sulfurique sur les sulfates sans mélange.	Nul effet.
	Acides faibles.	Dégagemens d'odeur d'œufs pourris.
Strontiane, solution peu étendue.	Nitrate de baryte.	Précipité pesant blanc.
	Acide sulfurique.	Précipité blanc.
Tellure et tellurides.	Arséniate de soude. Zinc.	Nul effet.
	Acide nitrique.	Solution.
	Alcalis.	Précipité qui se redissout en tout ou en partie.
Titane et titanides fondus avec le carbonate de soude.	Zinc.	Précipité noir.
	Acide hydrochlorique.	Solution.
	Hydrocyanate de potasse.	Précipité vert tendre ou rouge brun, suivant qu'il y a du fer ou non.
	Zinc.	Solution se colorant en violet.

Suite du Tableau alphabétique,

SUBSTANCES.	RÉACTIFS.	EFFETS PRODUITS.
Thorine réduite en sulfate par addition d'acide sulfurique, afin de la distinguer de la zircone.	Oxalate d'ammoniaque.	Précipité blanc, soluble difficilement dans le carbonate d'ammoniaque, et insoluble dans l'acide nitrique si on le chauffe au rouge. *Obs.* Le sulfate de zircone ne précipite pas avec l'oxalate d'ammoniaque.
Uranes et uranides.	Hydrocyanate de potasse.	Précipité rouge de sang.
Yttria.	Alcalis.	Précipités jaunâtres solubles dans le carbonate de chaux.
Zinc et zincides.	Ammoniaque en excès.	Précipité en poudre blanche.
	Acide nitrique.	Solution.
	Potasse caustique.	Précipité brun.
	Hydrocyanate de potasse.	Précipité blanc.
Zircone.	Ammoniaque et autres alcalis.	Précipité blanc soluble difficilement dans le carbonate d'ammoniaque, devenant insoluble dans l'acide nitrique si on le chauffe au rouge. *Obs.* Son sulfate ne précipite pas par l'oxalate d'ammoniaque.

TABLEAU ALPHABÉTIQUE

Des RÉACTIFS *usuels et des* CORPS *qu'ils démontrent en* MINÉRALOGIE.

RÉACTIFS.	DÉMONTRENT :
Acétate de cuivre aidé par la chaleur.	Or.
Acides faibles.	Sulfates fondus avec le carbonate de soude et le charbon.
Acide hydriodique.	Platine.
Acide hydrochlorique.	Argent et argyrides, Carbonates, Etain et Stannides, Titane et Titanides fondus avec le carbonate de soude. Soude.
Acide nitrique.	Acide borique, Acide molybdique, Acide tantalique, Acide tungstique, Antimoine, Bismuth et Bismuthides, Borax et Borates, Carbonates, Cuivre et Cuprides, Phtore et Phtorides, Tellure et Tellurides, Zinc et Zincides, Plomb et Plumbides, Acier.
Acide nitro-hydrochlorique.	Carbonates, Palladium et Palladiides, Platine et Platinides.
Acide phosphorique.	Phtore et Phtorides.
Acide sulfurique.	Baryte, Hydrochlorates, Plomb et Plumbides, Strontiane, Sulfates.
— avec limaille de cuivre.	Nitrates.
Alcalis.	Cobalt et Cobaltides, Tellure et Tellurides, Urane et Uranides, Zircone.
Alcool.	Acide borique.
Amidon.	Iode.
Ammoniaque liquide.	Alumine, Cérium, Fer oxidé, Glucine, Magnésie, Manganèse oxide, Nickel, Zircone, Yttria.
Arséniate de soude.	Baryte, Plomb et Strontiane.
Baryte en solution.	Acide carbonique.

Suite du Tableau alphabétique.

RÉACTIFS.	DÉMONTRENT :
Borax.	Cobalt et Cobaltides.
Carbonate d'ammoniaque.	Sépare l'Alumine de la Glucine.
Carbonate de soude.	Chrome, Lithine, Manganèse; sert à rendre soluble divers corps en le faisant simplement chauffer, ou même fondre avec eux; Phosphates se fondant avec lui, Soude.
Chaleur.	Cadmium, Acide arsénieux, Acide arsénique, Acide borique, Acide sulfurique, Arséniates, Arsenic, Chlore, Chlorures, Hydrochlorates, Nitrates, Osmium.
Chaleur avec poussière de charbon.	Arséniates et Sulfates.
Chlore.	Hydrogène et hydrogénides.
Chromate de potasse.	Plomb et Plumbides.
Combustion simple.	Hydrogénides.
Combustion avec oxigène.	Hydrogène pur.
Cuivre.	Mercure.
Eau.	Bismuth.
Eau de chaux.	Oxalates, Acide phosphorique.
Etain.	Or.
Fer.	Cuivre et Cuprides, Rhodium.
Hydrochlorate de platine.	Potasse, Soude.
Hydrochlorate d'or.	Etain.
Hydrocyanate ferruré de potasse.	Cérium, Fer et Sidérides, Manganèse et Manganides, Nickel, Palladium et Palladiides, Plomb et Plumbides.
Hydrocyanate simple de potasse.	Fer et Sidérides, Manganèse et Manganides, Plomb et Plumbides, Zinc et Zincides, Titane et Titanides, Urane et Uranides.
Nitrate d'argent.	Acide arsénique, Acide phosphorique et Phosphates, Acide chromique et Chrome, Acide hydrochlorique et Hydrochlorates, Acide sulfurique et Sulfates, Phtore et Phtorides.

Suite du Tableau alphabétique.

RÉACTIFS.	DÉMONTRENT :
Nitrate de baryte.	Phtore et Phtorides.
Nitrate de cobalt.	Sert à distinguer l'alumine de la magnésie.
Nitrate de mercure,	Acide arsénique, Acide chromique, Acide phosphorique, Phtore et Phtorides.
Nitrate (proto) de mercure.	Acide hydrochlorique.
Nitrate de plomb.	Acide arsénique, Acide chromique et Chrome, Acide phosphorique et Phosphates, Phtore et phtorides.
Nitrate de strontiane.	Acide arsénique, Acide phosphorique et Phosphates, Phtore et Phtorides.
Nitrate de zinc.	Acide arsénique, Acide phosphorique, Pthore et Phtorides.
Oxalate d'ammoniaque.	Cérium, Thorine acidifiée par l'Acide sulfurique.
Oxalate de potasse.	Chaux.
Papier de tournesol bleu.	Acides.
—— coloré par les acides.	Alcalis.
Papier imprégné d'acétate de plomb.	Acide hydrosulfurique ou Sulfure d'hydrogène.
Phosphate de soude.	Cobalt.
Potasse.	Acide nitrique, Ammoniaque, Cobalt, Nickel.
Potasse caustique.	Zinc et Séparation de l'alumine de la magnésie ou du fer.
Potassium.	Hydrogénides.
Sels d'ammoniaque.	Platine.
— de potasse.	Platine.
Soude.	Ammoniaque, Cobalt.
Sulfates.	Plomb et Plumbides.
Sulfate de cuivre.	Acide arsénieux préalablement saturé de Potasse.
Teintures végétales de tournesol. *Voy.* Papier de tournesol.	»
Zinc.	Acide molybdique, Plomb, Tellure, Titane.

§ II. *Essais pyrognostiques*, ou *examen par la voie sèche.*

La manière la plus prompte d'examiner une substance par la voie sèche, est de se servir du chalumeau, qui depuis Gahn a fourni les plus heureux résultats, en passant par les mains de MM. Berzélius et Le Baillif, qui l'ont l'un et l'autre perfectionné. C'est un instrument en forme de tube (fig. 54), dans lequel on fait passer le vent des poumons pour lui faire traverser la flamme d'une bougie ou d'une lampe, et exciter cette flamme par la combustion de l'oxigène expiré et insufflé à travers. On sait qu'en soufflant horizontalement sur une flamme perpendiculaire on la projette sur un autre objet. La pointe ou partie extérieure de ce jet de flamme est le plus vif, et se nomme *feu d'oxidation;* le milieu du jet, endroit où il est le plus brillant, est le moins chaud, et se nomme *feu de réduction.* C'est à ce feu que l'on fond les métaux dont les oxides sont réductibles. La flamme est fournie par une bougie, mais plus ordinairement par

une lampe; celle de M. Berzélius est peu portative. Nous en avons fait construire une qui nous semble en cela préférable à la sienne; elle est représentée fig. 52.

Pour essayer les substances elles doivent être supportées de diverses manières, soit par une pince, soit par les capsules ingénieuses de M. Le Baillif, qui démontrent la moindre trace d'oxide colorant; soit par des creusets, pour les substances qui éprouvent la liquéfaction aqueuse. Quand on se sert du flux que nous allons indiquer, on fait fondre un globule de ce flux au bout d'un fil de platine qu'on trempe ensuite dans la poussière minérale qu'on veut examiner; une lame de platine excessivement mince a remplacé très-commodément les cuillères du même métal, grâce au docteur Wollaston. Le charbon de bois blanc, taillé en parallélipipèdes, sur l'une des faces duquel on creuse une petite cavité hémisphérique pour y loger les divers flux et la substance à essayer, est encore un support fort employé.

L'éclat doit être très-mince, très-délié et avec des arètes très-vives. Souvent même, pour obtenir les grains d'une ténuité plus

grande, on broie les minéraux dans un peu d'eau légèrement gommée, on met une goutte de cette eau sur le charbon; alors l'eau est promptement aspirée par lui, et au moyen d'un léger coup de feu on forme une pellicule qu'on enlève et qu'on essaie ensuite. Après l'essai sur le charbon, on broie dans un mortier d'agate la partie du charbon occupée par l'échantillon, puis on lave cette poussière par décantation, pour voir s'il ne reste pas des parties métalliques que leur pesanteur aurait entraînées au fond du mortier, et l'on essaie ce qui reste par les réactifs.

Les essais se font au chalumeau, avec ou sans addition.

I. *Sans addition.* De cette manière on grille le minerai, et l'on reconnaît :

1° *L'altération* de la substance, si elle est infusible;

2° *Sa saveur* caustique, si elle est alcaline;

3° *Sa réduction* en globule métallique;

4° *Son odeur,* savoir : d'acide sulfureux pour le *soufre*, d'ail pour l'*arsenic*, et de rave pour le *sélénium ;*

5° *Les vapeurs* qui se volatilisent dans un

petit tube de verre, en vapeurs blanches épaisses pour l'*antimoine*, soit colorant la flamme du chalumeau en bleu-verdâtre pour l'*antimoine;* en une auréole jaune bordée de rouge ou d'orangé pour le *bismuth;* en jaunâtre pour le *plomb*. Le *tellure*, à la flamme de réduction, donne une auréole verte ou bleuâtre; et cette auréole est entièrement rouge ou orange-brunâtre pour le *cadmium*.

6° *Les sublimations* dans un tube fermé annoncent l'*antimoine*, l'*arsenic*, le *chlorure de mercure*, le *tellure*, le *sélénium*, et l'*eau*, si les matières en contiennent : celle-ci se condense à la partie supérieure du tube. Un anneau blanc siliceux annonce l'*acide fluorique;* une sublimation métallique, l'*arsenic;* s'il est blanc, cela peut être aussi *son acide*, ou l'*antimoine*, ou le *chlorure de mercure;* et s'il est rouge, c'est du *cinabre*, du *sulfure d'arsenic* ou du *sélénium*.

Dans un tube ouvert un peu recourbé pour recueillir les produits en cas de besoin, on obtient par ce grillage un sublimé blanc d'*arsenic* ou d'*antimoine*, s'il y a des vapeurs blanches, ou de l'*oxide de tellure* se

fondant en gouttelettes sur le verre, ou du *mercure* métallique.

II. *Avec additions.* On emploie plusieurs substances pour essayer au chalumeau ; nous ne ferons que les indiquer, renvoyant, pour plus de détails, à l'excellent ouvrage de M. Berzélius, sur l'*emploi du chalumeau.*

Carbonate de soude. Il sert à faciliter la réduction des métaux, à les caractériser par la couleur. Ainsi le *manganèse* donne une couleur verte, le *chrome* une couleur jaune à la flamme extérieure, et verte à la flamme intérieure. La *lithine* tache avec lui la feuille de platine.

Borax. Voici le tableau des couleurs du verre qu'il forme ajouté à diverses substances, ou naturellement existant en combinaison avec ces substances, toujours d'après MM. Beudant et Berzélius.

NOMS DES CORPS.	COULEUR DU VERRE. AU FEU D'OXIDATION.	AU FEU DE RÉDUCTION.
Acide Molybdique.	Incolore.	Brun sale et opaque quand il y a beaucoup d'oxide.
— *Tungstique.*	Incolore.	Jaune orangé à chaud, et jaune brun après le refroidissement.
Oxide de Tellure.	Incolore.	Gris et opaque.
— *de Titane.*	Incolore à chaud, brun opaque après le réfroidissement.	Jaune améthiste ou bleu, suivant la quantité d'oxide.
— *de Bismuth.*	Incolore.	Se réduit en vert trouble.
— *de Chrome.*	Vert émeraude surtout à froid.	Jaune brun à chaud, incolore à froid.
— *de Cuivre.*	Vert.	Incolore à chaud, rouge à froid.
— *d'Antimoine.*	Jaune à chaud, presque incolore à froid.	Opaque et grisâtre.
— *d'Urane.*	Jaune sombre.	Vert sale.
— *de Plomb.*	Jaune à chaud, incolore à froid.	Se réduit.
— *de Cérium.*	Orangé et rouge à chaud, jaunâtre à froid.	Incolore.
— *de Nickel.*	Orangé ou rouge âtre à chaud, jaune ou incolore à froid.	Opaque et gris.
— *de Fer,*	Rouge sombre à chaud, jaunâtre ou incolore à froid.	Vert-bouteille.
— *de Manganèse.*	Améthiste.	Incolore s'il est refroidi promptement.
— *de Cobalt.*	Bleu.	Bleu.
— *de Silicium.*	Blanc.	Blanc.
— *d'Aluminium.*	*Idem.*	*Idem.*
— *de Titane.* — *de Tantale.* — *de Zinc.* — *d'Etain.* — *de Cadmium.*	Blanc laiteux.	Blanc laiteux.
Siliciates.	Suivant les oxides qui	les colorent

L'*acide borique* ne sert que pour découvrir l'*acide phosphorique*. On vitrifie en boule avec lui le corps à essayer; on enfonce dans ce verre un fil de fer qui se réduit en phosphure, et qui, avec un bon coup de feu, se réduit ensuite en globule métallique restant dans le verre. S'il n'y a pas d'acide phosphorique, le fil de fer reste intact.

Phosphate double d'ammoniaque et de soude. Mêlé au corps à essayer, dans un tube de verre, il démontre le *phtore* ou l'*acide fluorique*, par l'action corrosive que ce dernier, en se dégageant, exerce sur le verre, qu'il dépolit; il jaunit aussi le papier de fernambouc. Fondu avec de l'oxide de cuivre et ajouté ainsi à la matière qu'on essaie, il indique le *chlore* par une belle flamme bleue tirant sur le pourpre quand on le chauffe de nouveau. Voici le tableau de la couleur des principaux verres qu'il forme.

NOMS DES CORPS.	COULEURS. AU FEU D'OXIDATION.	AU FEU DE RÉDUCTION.
Acide Molybdique.	Vert à chaud seulement.	Vert opaque à chaux, vert émeraude à froid.
— *Tungstique.*	Incolore.	Beau bleu pur, et rouge sanguin s'il y a du fer.
Oxide de Tellure.	Incolore.	Gris opaque.
— *Titane.*	Incolore.	Jaune à chaud, violet à froid.
— *Bismuth.*	Brun jaunâtre à chaud et incolore à froid.	Incolore à chaud, opaque et gris à froid.
— *Chrome.*	Vert teinte forte.	Vert.
— *Cuivre.*	Vert.	Rouge-cinabre à froid.
— *Antimoine.*	Incolore.	Incolore, et rouge sanguin s'il renferme du fer.
— *Urane.*	Jaune à chaud, jaune-paille à froid.	Vert à chaud, et plus fort à froid.
— *Plomb.*	Incolore.	Incolore irréductible.
— *Cérium.*	Rouge à chaud et incolore à froid.	Incolore.
— *Nickel.*	Orange ou rougeâtre à chaud, incolore à froid.	Couleur pareille au feu d'oxidation.
— *Fer.*	Rouge sombre à chaud, jaunâtre ou incolore à froid.	Vert-bouteille.
— *Manganèse.*	Améthiste.	Incolore.
— *Cobalt.*	Bleu.	Bleu.

Quelques autres réactifs sont encore en usage; ainsi :

Nitrate de cobalt : une goutte de la solution de ce sel dans l'eau, jetée sur la matière d'essai, et un coup de feu ensuite, lui font prendre une belle couleur bleue si c'est

de l'*alumine*, et rose pâle si c'est de *la magnésie*. Le mélange de ces deux terres donne une couleur lilas.

La *silice* n'empêche pas les réactions, mais tout autre oxide y mettrait un obstacle.

Etain métallique. Ce métal, chauffé avec les matières d'essai, les désoxide et fait prendre plus facilement au verre la couleur qui lui est propre. Ainsi il détruit la puissance du *fer* souvent mêlé à l'*acide tungstique*, au *titane* et à l'*antimoine*. Pour opérer, on touche le globule fondu avec un fil d'étain, et l'on donne un nouveau coup de feu.

Fer. Un fil très-fin de ce métal enfoncé dans la matière fondue, attire sur lui le *cuivre*, le *plomb*, le *nickel* et l'*antimoine*, et est détruit par l'*acide phosphorique*.

Nous indiquerons dans la seconde partie, en traitant de chaque minéral en particulier, les réactifs qui lui sont propres.

Livre Troisième.

DES PROPRIÉTÉS DIVERSES DES MINÉRAUX.

NOTIONS GÉNÉRALES.

Déja nous avons reconnu les minéraux d'après leurs formes, nous devons voir à présent si toutes ces formes coïncident avec leurs autres propriétés, dont la connaissance est encore utile aux recherches du minéralogiste.

La réunion de ces propriétés diverses a pris le nom de *système empirique*, lorsque *Werner* voulut faire spécialement servir les caractères extérieurs à la connaissance des minéraux. Doué d'un tact très-délicat, ce célèbre professeur savait reconnaître une substance avec le seul secours de ses sens; et si les expériences scientifiques étaient mises en pratique par lui, à la suite de ses recherches, c'était plutôt pour convaincre les autres, par des preuves irrécusables, de

la bonté de son système, qu'afin d'obtenir pour lui-même une nouvelle conviction. Mais l'adresse et la finesse des sens n'ont pas été dévolues à chacun au même degré; la nature a été prodigue envers les uns et souvent avare pour les autres. Aussi une méthode appuyée sur des bases si peu générales n'a pas dû être adoptée par tous les savans : tel minéralogiste savait distinguer une substance par les moyens de Werner, et tel autre au contraire n'y trouvait qu'un corps tout-à-fait étranger. Ce système empirique ne mérite donc pas assurément l'honneur que Werner lui fit en l'adoptant spécialement. Aussi plusieurs de nos célèbres professeurs se sont-ils élevés avec force contre ce système de l'école de Freyberg, et surtout contre la propriété qu'ont les minéraux d'être diversement colorés. D'un autre côté on a répondu avec raison que Werner n'a peut-être pas voulu faire servir les caractères extérieurs ni la couleur a établir une division systématique, mais qu'il n'a cherché qu'à déterminer l'idée offerte par l'apparence, et fixer ainsi la méthode de décrire les minéraux. C'est donc comme un

simple index pouvant nous mettre sur la voie de la vérité, diriger nos premières recherches, et faciliter le plus possible l'étude de la minéralogie, que nous l'avons admis dans ce traité, puisqu'il peut aider à nous faire arriver de l'incertain au positif. En effet, nos sens étant affectés à la rencontre d'une substance minérale, nous avons dû les recevoir aussi pour guides.

Ainsi, après avoir étudié la structure générale et les formes auxquelles elle peut donner naissance, nous allons, maintenant que nous connaissons en outre la nature et la composition des minéraux, étudier les autres propriétés qu'ils possèdent.

Les propriétés diverses du système empirique se divisent en *caractères des sens* et en *caractères mécaniques*, auxquels on a joint les *caractères physiques*.

CHAPITRE PREMIER.

DES CARACTÈRES DES SENS.

On range dans les caractères des sens ceux qui peuvent nous affecter plus ou moins dès le premier abord : ainsi on dis-

tingue la *couleur*, le *ehatoiement*, la *transparence*, le *toucher*, le *happement à la langue*, l'*odeur* et le *son*.

§ Ier. *Des couleurs.*

La couleur dans les minéraux, est, ou le résultat des matières colorantes étrangères, mêlées intimement aux principes de ces minéraux; ou l'effet d'un arrangement particulier des molécules de la pierre, qui lui donne la propriété de réfléchir tels ou tels rayons du spectre solaire.

Sans être une propriété classificative, la couleur peut servir d'indice dans la reconnaissance des minéraux; cet indice est même très-important, en ce que c'est la couleur qui frappe d'abord notre vue et nous donne dans nos recherches la première direction, de laquelle on dévie à mesure que la série des expériences nous dévoile de plus en plus la vérité. Malgré toute l'estime que nous professons pour les importans travaux d'un de nos professeurs, nous ne pouvons être tout-à-fait de son avis sur l'entière inutilité de cette propriété, parce qu'elle pourrait, selon lui, s'appliquer à un trop grand

nombre de minéraux. N'est-ce pas comme si l'on disait que les formes cristallines ne méritent pas d'être observées, parce qu'il est prouvé qu'elles varient dans la même espèce suivant les circonstances particulières dans lesquelles les substances se sont trouvées en cristallisant, et qu'en outre on rencontre plus souvent les minéraux sous une forme irrégulière que cristallisée? Enfin, ne doit-on pas avouer que tous les indices sont bons quand ils présentent quelques chances d'arriver sans erreur au but qu'on se propose?

La division mécanique des substances minérales fait assez souvent changer leur couleur; ainsi l'intensité de couleur de la poussière est presque toujours moins foncée que celle des masses, surtout dans les couleurs bleues, violettes et rouges; et c'est pour cette raison que l'on indique quelquefois la couleur spéciale de la poussière.

Les couleurs peuvent être *propres* aux minéraux ou seulement *accidentelles*. Le caractère des premières est de toujours être uniformes et constantes dans le même corps, s'il est pur, comme dans le *soufre;* et alors la couleur est fort importante, tandis que

ce n'est qu'un indice dont il faut se méfier si elle est accidentelle, puisqu'elle peut varier à l'infini dans les mêmes substances.

Ces couleurs accidentelles sont données aux substances minérales ou par des *mélanges mécaniques*, ou par des *mélanges chimiques*. Les premiers sont le résultat des particules très-fines de matières colorées, étrangères, réparties dans la masse de certaines substances qui devraient être incolores. Ainsi l'on voit des échantillons de *feldspath*, d'*axinite* et de *sphène cristallisé*, devoir leur couleur verte à des particules de *mica*, de *wernérite* ou *scapolite*, et de quelques variétés de *corindon à l'épidote verte*; de *feldspath compact* et de *silex* à l'*amphibole*; de certains *quarz* en masse, de *feldspath* et de *corindon*, à du *grenat rouge*; d'*aragonite*, de *quarz* et de *sel gemme*, à de l'*argile ferrugineuse*, etc.

Les couleurs accidentelles par mélanges mécaniques altèrent presque toujours la transparence des corps, ce qui peut faire reconnaître ce genre de coloration, tandis quel e mélange chimique conserve ordinai-

rement aux minéraux cette transparence et leur éclat particulier.

Les couleurs accidentelles surtout, quoique souvent uniformes, se dessinent quelquefois d'une manière assez originale dans les minéraux : elles les rendent *rubanés*, en y présentant des bandes droites parallèles; *zonaires*, quand ces bandes sont circulaires, concentriques; *tachetées*, si elles y forment des taches isolées sur un fond; *veinées*, si ces taches ressemblent aux veines du marbre; *nuagées*, si ces couleurs représentent des nuages; *flambées*, si elles imitent des flammes; *dendritiques* ou vulgairement *herborisées*, si ce sont des plantes; *ruiniformes*, quand elles offrent l'aspect de ruines : on rencontre cette particularité dans le *carbonate de chaux*, effet qui est dû à une grande quantité de fissures colorées par un oxide de fer.

Les nuances prennent des noms d'après leur intensité, ou comme termes de comparaison et de modification. Ainsi, on dit *bleu foncé*, *bleu-indigo*, *bleu d'azur*, *bleu clair*, *rouge pâle*, *rouge terne*, *jaune d'or*, *jaune de miel*, *jaune de paille*, *vert-bouteille*, *vert-*

pré, vert-pomme, vert-poireau, jaune verdâtre, vert jaunâtre, bleu violâtre, brun rougeâtre, rouge brunâtre, etc., etc.

Souvent aussi la décomposition de la lumière produit sur les minéraux des couleurs qui ne participent en rien de leur nature; ce sont les couleurs *irisées* ou de l'*arc-en-ciel*, se manifestant fréquemment dans les corps dont le clivage est facile, parce que l'on peut y produire par le plus léger choc une solution de continuité qui fait place à une petite lame d'air, et donne alors naissance à une multitude de fissures ayant le pouvoir de décomposer les rayons solaires.

Cependant ces couleurs irisées peuvent encore tenir de la nature de quelques couches superficielles qui recouvrent souvent des corps, comme dans le *fer oligiste de l'île d'Elbe;* ou bien de la disposition naturelle des particules de toute une masse, ce qui se voit dans l'*opale* et le *feldspath de Labrador.*

Les couleurs irisées se rencontrent en outre *pâles* et *flottantes*, comme dans l'*opale girasole*, les *corindons opalisés*, le *feldspath pierre du soleil*, le *feldspath adulaire* ou *pierre*

de lune, et le *quarz chatoyant* ou *cymophane*. L'effet produit par cette dernière pierre a fait donner à ces couleurs irisées pâles, le surnom de *chatoiement*.

D'autres fois la *réflexion* ou la *réfraction* de la lumière présente encore chez les minéraux des couleurs ou des nuances particulières, comme on le verra à la description de ces deux propriétés physiques des corps. Ainsi, place-t-on certaines pierres entre l'œil et une vive lumière, on aperçoit une étoile blanchâtre à six rayons, qu'on appelle *Asterie*, et que l'on remarque dans quelques variétés de *corindon*. Mais pour jouir de cette propriété, nous devons prévenir qu'il faut que le cristal soit taillé en cabochon et perpendiculairement à son axe de réfraction.

Quant à la scintillation d'une multitude de points sur un fond moins éclatant, c'est un effet qu'on appelle *aventurine*.

La compression peut quelquefois faire changer la couleur propre de quelques minéraux, comme le prouve le fait extraordinaire obtenu par M. Legmuth, qui, en comprimant du soufre, lui a donné une couleur grise.

Enfin tout le monde sait que le mot *incolore* désigne les substances qui joignent la transparence à la limpidité d'une eau pure.

§ II. *De la transparence.*

La *transparence* des corps dépend de la facilité avec laquelle les rayons lumineux les pénètrent, de manière à laisser distinguer nettement les objets qu'on regarde à travers. Les corps sont *demi-transparens*, si l'on ne voit les objets que confusément; *translucides*, quand on ne les voit pas du tout, en laissant passer encore la lumière, comme le *jaspe sanguin;* enfin *opaques*, s'ils arrêtent entièrement la clarté du jour. Un séjour dans l'eau peut rendre la transparence à certains corps opaques, comme à des variétés d'*agate* et d'*opale;* alors elles prennent la désignation d'*hydrophanes*.

§ III. *De l'éclat et de l'aspect.*

L'*éclat* est réellement l'effet que la vue éprouve par la réflexion des rayons lumineux, soit à l'extérieur, soit dans la cassure des minéraux. On remarque l'*éclat* ou *bril-*

lant métallique, l'*éclat vitreux*, *résineux*, *gras*, *huileux* ou *céroïde*.

Le brillant métallique est un des caractères les plus apparens des métaux, et ils ne le perdent ni par le frottement ni par la trituration. Voici l'ordre dans lequel ils jouissent de cette propriété en commençant par celui qui la possède au plus haut degré : le *platine*, l'*acier*, le *fer*, l'*argent*, l'*or*, le *cuivre*, l'*étain* et le *plomb*.

Quelques minéraux n'ont que l'*aspect métallique*, car l'on ne doit entendre par ce mot *aspect* qu'une fausse apparence. Ainsi les *micas*, les *diallages bronzés*, l'*hyperstène*, n'ont que l'aspect métallique, qui disparaît par le frottement.

L'*opale* est un exemple de l'éclat résineux; les autres genres d'éclat n'ont besoin d'aucune définition.

§ IV. *Du happement à la langue, et du goût.*

Certains minéraux, tels que les marnes et les substances alumineuses bien desséchées, ont une très-grande tendance à absorber l'humidité quand on les place sur la

langue ; on est même obligé d'employer une légère force pour les en arracher.

D'autres substances, sans absorber cette humidité, y laissent au contraire en dissolution une partie de leur substance qui affecte l'organe du goût suivant la saveur qui leur est propre. Ce caractère, fort bon quoique très-varié, demande de la prudence, et l'on ne doit en général déguster que les sels qui se trouvent naturellement formés dans la terre ; car ces substances solubles ne sont que des sels dont la propriété spéciale est d'avoir une saveur, ou *amère*, comme le *sulfate de magnésie;* ou *sucrée*, comme les *sels à base de plomb ;* ou *métallique* et *astringente*, comme les *sulfates de fer, de zinc, de cuivre;* ou enfin *salée*, comme l'*hydrochlorate de soude.*

§ V. *De l'odeur.*

Un autre caractère des sens, fort bon encore parce qu'il appartient à fort peu d'espèces de minéraux, c'est l'*odeur* particulière que plusieurs d'entre eux émanent lorsqu'on les frotte ou qu'on les échauffe. Telles sont l'odeur *bitumineuse* des *houilles ;* l'odeur d'*ail* de l'*arsenic;* celle de *soufre*, dite *sulfu-*

reuse, des *sulfures ;* celle de *pierre à fusil*, des *silex ;* l'odeur du *pyroxène d'Ala* et du *pyroxène blanc d'Amérique ;* de quelques *quarz* à odeur *fétide*, et des *marbres noirs* connus sous le nom de *petits granits*, dont l'odeur bitumineuse et animale devient *urineuse* par la chaleur ; celle *nauséabonde* du *cuivre ;* l'odeur *fade* de l'*étain ;* celle *piquante* du *fer ;* celle *empyreumatique* des *lignites ;* enfin l'odeur d'*ambre* du *succin*. Le choc détermine aussi quelquefois chez les minéraux certaines odeurs.

Des substances argileuses laissent échapper en outre une odeur *terreuse*, pareille à celle qu'on respire dans la campagne, quand il commence à tomber une légère pluie après une très-grande sécheresse. Nous avons même remarqué, ainsi que M. Beudant, que quelques bois bitumineux répandent une odeur de *truffe* très-forte. Les échantillons possédés par ce professeur venaient des salines de Willicza en Pologne. Les nôtres avaient été trouvés en France, et nous avaient été communiqués par M. Jules Desnoyers, jeune naturaliste qui s'occupe beaucoup des fossiles.

§ VI. *Du toucher.*

Le *toucher* des substances minérales peut être un indice très-utile pour leur reconnaissance. Les unes sont *douces* et *savonneuses,* comme les *talcs;* les autres sont *rudes,* comme les *basaltes* avant d'être polis par la main de l'homme. Le toucher peut tellement être utile, que les Allemands admettent aussi la sensation du froid pour caractère.

§ VII. *Du son.*

Le moindre choc sur certains minéraux, et particulièrement sur des métaux ou alliages, les met dans un état de vibration qu'ils communiquent aux molécules atmosphériques en contact, d'où naît alors la sensation de différens sons. Peu de minéraux possèdent la propriété d'être sonores; ce sont les minéraux susceptibles d'être divisés en tables ou feuillets minces, comme les *ardoises.*

Les métaux se font plus remarquer du côté du son; il en est même qui produisent un bruit propre à leur espèce. Ainsi l'*étain,*

quand on le courbe, rend ce bruit appelé *cri de l'étain*, et le *soufre* pressé dans la main fait entendre un froissement indéfinissable.

Mais les alliages surtout possèdent cette propriété de sonorité au plus haut degré. Les cloches, les tam-tams et les cimballes en sont des exemples. Quelques métaux purs sont aussi très-sonores, comme nous le voyons dans les pianos et les boîtes à musique, qui ne doivent leur harmonie qu'au calcul des vibrations sonores des cordes métalliques ou des lames d'acier qui entrent dans la composition de ces instrumens ; l'on remarque aussi les alliages de cuivre et d'étain, quoique ce dernier ne soit pas sonore. Voici l'ordre des métaux qui le sont le plus : l'*argent*, le *cuivre*, le *fer*, l'*or*, le *platine*.

CHAPITRE II.

DES CARACTÈRES MÉCANIQUES.

Après avoir fait usage des caractères des sens pour la reconnaissance des minéraux, on doit les essayer par des opérations mécaniques qui consistent à faire agir sur eux

une force étrangère, afin de juger la cohésion de leurs molécules. Ces opérations font connaître leur *flexibilité*, leur *élasticité*, leur *dureté*, leur *tenacité* ou *fragilité*, leur *ductilité* ou *malléabilité*, et leur *cassure* (1).

Les résultats de ces opérations mécaniques sont toujours relatifs à la force d'agrégation des molécules, et cette force d'agrégation dépend de causes tout-à-fait étrangères à la nature des molécules; ainsi une cristallisation confuse, lente ou régulière, la présence de vacuoles entre les molécules, ou leur écartement par la chaleur, sont autant de causes qui peuvent modifier ces caractères, non-seulement dans une espèce, mais encore dans une même variété.

§ Ier. *De la flexibilité et de l'élasticité.*

La propriété de fléchir sans se rompre appartient à quelques substances en tables ou feuillets et en fibres déliées. Ainsi l'*amianthe* est douée au plus haut degré de cette qualité, et, comme tout le monde le sait, elle se prête si facilement à toute sorte de

(1) *Voyez*, pour la définition et les causes de ces propriétés des corps, le *Traité de Physique*, de l'ENCYCLOPÉDIE PORTATIVE

flexions, qu'on en peut obtenir des fils dont les anciens fabriquaient un tissu fort utile pour recueillir les cendres des morts auxquels ils portaient intérêt.

La *flexibilité* diffère de l'*élasticité;* car elle est le propre des substances qui, sans se rompre, peuvent se laisser manier et rouler comme un morceau de drap ou de fil, tandis que l'élasticité n'est que cette propriété dont jouissent certains corps de céder à une légère pression et de revenir ensuite à leur premier état, comme les ressorts de voiture et de montre. Ainsi le *talc* est élastique, aussi bien qu'une espèce particulière de *grès;* et le *mica* est souvent à la fois flexible et élastique, suivant la grandeur de ses feuillets. M. Brongniart divise la flexibilité en trois parties, savoir : la *flexibilité simple* ou *pierreuse*, la *flexibilité élastique* ou *élasticité,* et la *flexibilité molle.*

La *flexibilité simple* dépend du peu d'agrégation des molécules, et les minéraux jouissant de cette propriété ont toujours une texture grenue ou bien une cristallisation très-confuse; on remarque surtout comme ayant cette flexibilité : un *grès jaune pâle,*

parsemé de grains brillans de mica ou de quarz hyalin : il vient de Villa-Ricca au Brésil ; les calcaires saccharoïdes de Carrare, carrière de Bétullio ; un calcaire dolomie à grains fins, venant de la Chine ; et une marne calcaire et siliceuse feuilletée et grenue venant de Einmouth-Castle, qui augmente de flexibilité par la présence de l'eau. La chaleur seule de 200° pendant cinq à six heures peut souvent donner cette propriété à certains calcaires saccharoïdes, comme l'a remarqué M. Fleurieu de Bellevue : il est inutile de faire remarquer que cette propriété ainsi acquise fait augmenter le volume des substances, en écartant leurs molécules homogènes.

La *flexibilité élastique* est cette propriété des matières fléchies par une force, de reprendre leur première position dès que cette force n'agit plus. Elle se fait remarquer dans les substances ci-après désignées : *mica*, *asbeste*, *mésotype capillaire*, et tous les minéraux en filamens fins et alongés ; puis dans les métaux, surtout le *fer* et le *cuivre ;* nous ne devons pas non plus oublier le *bitume élastique*.

La *flexibilité molle* fait conserver au corps, entièrement ou à peu près, la flexion qu'on lui impose : ainsi le *talc*, le *gypse sélénite*, dont les lames se brisent en restant pliées, mais emboîtées dans leurs cassures : la *brucite* ou l'*hydrate de magnésie*, l'*orpiment*, la *marne argileuse*, l'*argile mouillée*, le *sulfure* et le *muriate d'argent*, le *sulfure de molybdène*, l'*argent* et l'*or métallique ;* ceux-ci sont un peu élastiques.

§ II. *De la dureté.*

En minéralogie, la *dureté* est la résistance que les molécules d'un corps présentent à l'effort qui a pour objet de les déplacer en enlevant la surface de ce corps avec un instrument tranchant, ou de laisser sur lui une trace linéaire, en le rayant avec un autre corps. Ainsi un corps est moins dur qu'un autre, s'il en peut être usé ou rayé. On est obligé de prévenir de quelle manière on a éprouvé la dureté, car le *diamant*, qui est le corps le plus dur, ne jouit cependant pas d'une très-grande ténacité; et l'on aurait grand tort, parce qu'il est le plus difficile à rayer, de croire avec les an-

ciens qu'il résisterait au choc si on le frappait sur une enclume: au lieu de s'enfoncer dans l'acier, il se réduirait en morceaux, et l'on serait dupe de son imprudence et de la confiance qu'on aurait ajoutée à cette antique opinion.

La dureté est un très-bon caractère pour distinguer surtout les pierres fines des fausses, lorsqu'il est permis de les éprouver par ce moyen. Ainsi le *diamant* raye tous les corps, puis après le *rubis*, le *saphir* rayent toutes les autres gemmes. Le *cristal de roche* et les *verres colorés* sont toujours rayés même par la *pierre à fusil*, ou usés par la lime. Il est utile de juger la dureté par les points de comparaison; ainsi, dire que l'émeraude est rayée par le rubis, c'est déclarer qu'elle est moins dure que lui, et par conséquent que le diamant, qui exercerait sur elle la même action.

Voici l'ordre de dureté des principales substances, en commençant par les plus dures qui rayent toutes les suivantes : *diamant, saphir, cimophane, rubis, topaze, émeraude, zircon, essonite, grenat, cordiérite, euclase, quarz, agate, jaspe, idocrase, péridot, tour-*

maline, *épidote*, *disthène*, *préhnite*, *feldspath*, *éléolithe*, *hyperstène*, *lapis*, *verres et cristaux colorés*. Après cela viennent les pierres tendres qui se laissent rayer par une pointe d'acier. Quant aux métaux, leur degré de dureté se suit ainsi : *acier*, *platine*, *cuivre*, *argent*, *or*, *étain* et *plomb*. Du reste, ils le cèdent à beaucoup d'autres minéraux sous ce rapport.

§ III. *De la ténacité et de la fragilité.*

La *ténacité* des minéraux est l'opposition qu'ils offrent au choc qui veut les rompre. Cette opposition vient de la cohésion qui fait résistance quand on veut diviser ou écarter les molécules d'un corps. Cette résistance, qui dans les métaux s'appelle *ductilité*, peut dépendre du volume des corps, de leur élasticité, de leur structure et d'une dureté variable et indépendante. Ainsi, les *substances fibreuses entrelacées*, les *pierres très-compactes*, les *poudingues* et *quelques pierres cellulaires*, sont très-tenaces et ne peuvent être brisées que très-difficilement. On remarque dans les substances molles, l'*argile*, la *magnésite*, le *graphite*, le *talc*, le *muriate*

d'argent : on remarque dans les dures, les *trapps*, le *basalte*, le *cérite*, le *jade* et l'*émeril*.

La *fragilité* est au contraire la facilité avec laquelle le moindre choc divise un corps. Toutes les substances solubles dans l'eau, celles dans lesquelles l'eau entre comme partie constituante, les cristaux dont le clivage est aisé à opérer, les corps compactes ou à éclat résineux, sont assez fragiles. Ces derniers le sont davantage que ceux à éclat vitreux.

Il peut donc arriver qu'un très-grand nombre de corps durs soient plus fragiles que beaucoup de corps tendres. Mais, en général, la force du choc ne pouvant guère être estimée, la ténacité se trouve rarement un caractère utile. Les substances les plus fragiles sont : *nitre*, *soufre*, *fer résinite*, *arsenic*, *euclase*, *fer oligiste* et *spéculaire*, *sulfure d'antimoine*, *argent rouge*, *silex résinite*, *silex pyromaque*, surtout en sortant de terre, *béril*, *quarz*, *calcaire compacte* et *jaspe*.

§ IV. *De la ductilité et de la malléabilite.*

La *ductilité* et *la malléabilité*, qui ne sont

pas tout-à-fait les mêmes propriétés, ne doivent pas non plus être confondues avec la *mollesse* de certains corps ; par exemple, avec la mollesse de l'argile qui se laisse facilement pétrir dans les doigts. La ductilité est la faculté que possèdent quelques métaux d'être étendus par la pression, et de pouvoir être étirés à la filière, ce à quoi se refusent l'*étain* et le *plomb*, qui cependant sont *malléables;* car cette dernière propriété dont jouissent ces métaux et plusieurs autres, consiste en ce qu'ils se laissent étendre en feuilles sous le choc du marteau ou par la pression du laminoir.

Ces propriétés ne peuvent être admises comme caractères distinctifs que pour les métaux qui sont malléables ou fragiles, quelquefois suivant qu'ils sont chauds ou froids, trempés ou non trempés, et mélangés en alliage dans diverses proportions. Le *zinc*, par exemple, une fois fondu, ne se forge facilement qu'à la température de 100 degrés, tandis que, réduit ensuite en lames ou fils, il est très-ductile à la température ordinaire. Jadis on appelait *métaux nobles* et *demi-métaux* ceux qui jouissaient plus ou moins de

cette propriété. Voici l'ordre dans lequel ils possèdent la malléabilité : *or*, *platine*, *argent*, *cuivre*, *fer*, *étain*, *plomb*, *zinc*, *nikel;* et voici celui de leur ductilité et de leur ténacité : *or*, *fer*, *cuivre*, *platine*, *argent*, *étain* et *plomb*.

Le nouvel arrangement des molécules, produit par la pression, en rapprochant ces molécules, donne une pesanteur spécifique beaucoup plus grande au corps sur lequel agit cette pression, comme nous le verrons à l'article *pesanteur spécifique*, à propos du platine.

§ V. *De la cassure.*

Ce caractère extérieur auquel l'école allemande attachait une si haute importance, est un des plus variables; mais cependant il est fort utile pour distinguer un minéral de tel ou tel autre : car la forme de la cassure nous met sur la voie pour reconnaître la structure des substances. Cette cassure n'existe pas dans un minéral; elle paraît à la surface d'un corps divisé par le choc; pourtant nous ne pouvons douter qu'elle ne soit dépendante de cette structure. Ainsi cette cassure est-elle *lamelleuse à surface*

plane et lisse, elle est le résultat d'une structure régulière : cette cassure est *feuilletée* quand les lames sont très-minces, comme les feuilles d'un livre, ce qui se rencontre dans le *mica*, le *talc*, ou les masses schistoïdes, testacées et à couches concentriques; mais alors, au lieu de feuilletée, on dit souvent qu'elle est *schisteuse*. Les autres cassures portent les noms de *lamellaires* ou en petites lames, *granulaires* ou offrant des grains; *fibreuses* ou à fibres droites, *contournées*, *parallèles*, *divergentes*, *entrelacées;* ces épithètes sont données souvent à la structure et à la texture, et par suite à quelques variétés; enfin la cassure est *compacte* ou *terreuse compacte*, et *conchoïdale*, dans les corps vitreux qui ont l'éclat résineux, à grains extrêmement fins, présentant une cavité arrondie et à stries concentriques dans un des fragmens, et dans l'autre un relief. Quelquefois le choc présente sur le noyau des corps susceptibles de cette cassure, un petit cône plus ou moins obtus, comme dans une espèce de *grès* de la forêt de Montmorency. Cette cassure s'appelle *conique*.

La *cassure compacte* offre assez souvent

une multitude de petites écailles ou esquilles qui restent soulevées et qui s'enlèvent avec plus ou moins de facilité, et même qui peuvent être indiquées par de petites fêlures. On donne alors à cette cassure compacte les noms d'*écailleuse* ou *esquilleuse*, ou *cireuse ;* d'autres fois cette cassure est *plate*, comme dans les pierres grenues propres à la lithographie; ou bien encore la cassure est *crochue*, comme dans quelques métaux qui ayant cristallisé confusément à l'intérieur, sont formés de groupemens dendritiques, présentant à leur surface des aspérités pointues et contournées.

Les autres cassures, qui servent fréquemment à distinguer les variétés d'une même espèce, prennent leur nom de l'éclat qu'elles présentent; ainsi elles peuvent être *raboteuses*, *vitreuses*, *résineuses* ou *terreuses*.

CHAPITRE III.

DES CARACTÈRES PHYSIQUES.

Après avoir obtenu la connaissance des caractères extérieurs et chimiques des minéraux, l'on doit porter ses recherches sur

leurs propriétés physiques, et faire par conséquent succéder ces preuves nouvelles et scientifiques, aux déterminations dépendant d'une première inspiration. Nous considèrerons ces caractères comme faisant encore partie du système empirique, parce qu'ils furent généralement remarqués dès l'origine des classifications minerales.

Ces caractères sont la *réflexion* et la *réfraction simple* et *double*, qui causent différens effets de lumière, tels que le *dichroïsme* et même l'*iris*, le *chatoiement* et l'*astérie*. Les autres caractères physiques sont la *phosphorescence*, l'*électricité*, le *magnétisme* et la *pesanteur spécifique* (1).

§ Ier. *De la réflexion.*

Les phénomènes d'optique que nous présentent les minéraux sont fort utiles pour fixer notre détermination dans nos recherches, et le reflet des corps *diaphanes* sera la première des propriétés physiques dont nous dirons quelques mots, sans nous arrêter à

(1) *Voy.* pour toutes ces propriétés, la *Physique* de l'Encyclopédie portative.

expliquer en détail ni cette propriété, ni celle de la réfraction, ce qui appartient spécialement au traité de PHYSIQUE.

Ainsi nous nous bornerons à faire observer que la réflexion est cette faculté que possèdent les surfaces parfaitement polies des corps solides, liquides ou même aériformes, de renvoyer la lumière qui vient les frapper, c'est-à-dire de réfléchir d'une manière plus ou moins vive les corps que l'on offre à la surface polie d'autres corps.

Les meilleurs réflecteurs sont les liquides incolores, l'*eau*, l'*alcool*, le *mercure*, les *métaux polis*, les *verres* et les *cristaux*.

§ II. *De la réfraction.*

Réfraction simple. — La réfraction est le phénomène qui fait voir dans une position autre que la véritable, l'objet que l'on examine à travers un corps limpide non cristallisé, comme à travers l'eau ou tout autre liquide, ou bien à travers un cristal appartenant au système cubique. Cette propriété particulière a pour cause l'inflexion qu'éprouvent les rayons lumineux en passant obliquement d'un milieu dans un autre mi-

lieu de nature ou de densité différente, déviation qui les détourne de leur route en ligne droite.

Lorsque dans leur passage tous les rayons ont suivi la même route, on ne voit qu'une seule image ; phénomène appelé *réfraction simple.*

Plus est grande la densité des corps traversés par la lumière, plus les rayons se détournent de leur route naturelle, tandis qu'ils suivent une ligne droite si l'espace qu'ils parcourent est de densité et de nature homogène. Ces différences ne suffisent pas pour rendre raison de tous les phénomènes. En effet, quelle est la cause qui donne au liquide trouvé par M. Brewster dans les vacuoles des minéraux, un pouvoir moins réfringent que celui de l'eau ? car, ce savant ayant recueilli de ce liquide produit par des cristaux de *sulfate de baryte*, il cristallisa de nouveau le lendemain : ce liquide était donc encore très-chargé de molécules salines de sulfate, et par conséquent devait être plus lourd et plus dense que l'eau naturelle.

Réfraction double. — Lorsqu'en changeant

de direction, les rayons lumineux sont partagés en deux faisceaux par la substance à travers laquelle on regarde un objet, cet objet paraît double; cet effet a lieu dans les systèmes cristallins autres que le système cubique; ainsi le rhomboïde du clivage de *carbonate de chaux* jouit de cette propriété. On appelle *faces réfringentes* des cristaux, les côtés favorables à faire remarquer cette propriété de la double réfraction : il est utile d'observer qu'il faut que ces deux faces réfringentes soient inclinées entre elles de façon à former ensemble un certain angle.

Pour distinguer la réfraction des cristaux, on tourne vers l'œil la *table* d'une pierre taillée, ou toute autre face réfringente d'un cristal non taillé, et l'on cherche à distinguer à travers les autres faces de la culasse, qui lui sont inclinées, un point noir ou la flamme d'une bougie, au moyen d'une carte percée d'un trou d'épingle. Alors la réfraction se reconnaît à la simplicité de l'image, ou à l'aspect de deux images dont l'une semble plus éloignée que l'autre. Il est utile d'entrer dans quelques détails pour faire comprendre un phénomène qu'on ne pour-

rait découvrir qu'avec beaucoup de difficultés, même dans les corps qui le possèdent, si on ne savait de quelle manière s'en assurer. Nous voulons parler de ce qu'on appelle *axe de réfraction* des cristaux; il est utile de savoir que c'est une ligne supposée, autour de laquelle sont venus se grouper et s'agglomérer les molécules dont le cristal est formé. Quelquefois, cette agglomération s'étant faite sur plusieurs lignes centrales en même temps, on rencontre des substances ayant plusieurs axes.

Les cristaux à double réfraction ne possèdent pas tous indifféremment cette propriété, quel que soit le sens dans lequel le rayon lumineux les pénètre; car ceux des systèmes rhomboédriques et prismatiques à bases carrées offrant des faces perpendiculaires ou parallèles à leur axe, ne donnent pas de double image lorsqu'ils sont pénétrés perpendiculairement à ces faces par le rayon. Ainsi, place-t-on un prisme hexagonal de carbonate de chaux qui possède les deux genres de faces, par une de ses bases vis-à-vis un point d'encre, et regarde-t-on ce point à travers la base supérieure et per-

pendiculairement à cette face, on n'apercevra qu'une seule image, tandis qu'il en paraît deux si on éloigne son œil de la perpendiculaire et que l'on regarde le point tant soit peu obliquement. L'écartement des images peut alors être mesuré. Si, au contraire, on place le cristal par l'une de ses faces latérales, et qu'on regarde par la face parallèle supérieure et perpendiculaire à l'œil, on ne verra plus qu'une seule image, tandis encore que l'on en verra deux si on regarde par les autres faces, qui se trouvent placer forcément le rayon visuel obliquement avec la face inférieure. D'où il résulte que dans les cristaux rhomboédriques et prismatiques droits à base carrée, les faces parallèles ou perpendiculaires à l'axe ne donnent pas de double réfraction.

On a cru long-temps que cet axe possédait la puissance d'attirer ou de repousser les rayons lumineux en les recueillant ou en les séparant plus ou moins du faisceau général. C'est cette propriété qui a fait distinguer les axes de ces deux types par les noms particuliers d'*attractifs* et de *répulsifs*. Cependant, suivant le système actuel des vi-

brations de la lumière, cette explication paraît ne devoir plus être admise, et l'on attribue la double réfraction à la vitesse plus ou moins grande du mouvement de la lumière dans sa transmission à travers le cristal, et dans un sens déterminé en rapport avec sa disposition moléculaire. Cette explication s'accorde très-bien avec tous les effets si compliqués de ce genre de phénomènes. Nous citerons pour exemple le verre non cristallisé auquel M. Fresnel a donné, par la compression, les propriétés des cristaux doués de la double réfraction ; mais quelle que soit l'explication qui sera admise au sujet des axes, il n'en reste pas moins certain que les phénomènes qu'ils présentent sont fort utiles pour déterminer l'espèce de certains minéraux cristallisés.

Les cristaux des autres types réduits à leurs formes simples et ne donnant plus des faces symétriques à l'égard d'une ligne, et à égale distance de cette ligne, ne possèdent plus seulement un axe, mais bien deux axes de double réfraction, c'est-à-dire qu'il existe dans l'intérieur de ces corps deux directions suivant lesquelles ils pourraient être

pénétrés sans division par un rayon lumineux.

La double réfraction dépend donc, comme l'a prouvé M. Brewster, de l'arrangement des particules matérielles des corps. On doit aussi remarquer que l'axe ou ligne supposée autour de laquelle se sont agglomérées les molécules dans la formation d'un cristal, ne se trouve pas placé au hasard dans les corps à un seul axe; il détermine toujours la ligne que doivent suivre les modifications cristallines. Dans les corps à deux axes, ces deux axes demontrent un plan qui se trouve toujours un de ceux autour desquels les faces secondaires sont symétriquement placées, et la position de ces axes sur ce plan doit se trouver entre deux faces de même espèce, soit primitives, soit secondaires, avec lesquelles ils forment des angles égaux.

La propriété de la double réfraction est devenue fort utile pour déterminer rigoureusement à quelle forme et à quel système un corps appartient, quelle que soit l'irrégularité du fragment que l'on a à examiner. Ainsi n'obtient-on pas de double réfraction,

le morceau cristallin appartient au cube, sans pouvoir être confondu avec les autres types. La substance a-t-elle un seul axe, elle appartient au système rhomboédrique ou prismatique droit à bases carrées ; et, au contraire, a-t-elle deux axes, alors elle doit être rangée dans l'un des autres systèmes : par exemple le *carbonate de chaux ordinaire* n'a qu'un seul axe, et l'*aragonite* en a deux.

§ III. *Polarisation de la lumière.*

Malus a facilité l'expérience de la double réfraction en faisant couper des lames de tourmaline parallèlement à leur axe, ou même de cordiérite, d'après M. Marx, et les croisant l'une sur l'autre, sous un angle de 90°. Alors, par un effet singulier qu'il a appelé *polarisation de la lumière*, si on met un corps doué de la simple réfraction entre ces deux lames de tourmaline, ce corps laisse passer le rayon lumineux à travers les deux lames, tandis que le rayon est arrêté si la substance possède la double réfraction, ou si elle est taillée perpendiculairement à son axe, et si elle est légèrement inclinée entre les deux tourmalines. M. Biot a

nommé *polarisation rotatoire,* une autre expérience sur les substances à un axe, faciles à tailler. Il place une plaque dont les faces sont perpendiculaires à son axe, entre deux tourmalines, et si l'on regarde la lumière avec un œil, on aperçoit des anneaux circulaires et concentriques. La polarisation de la lumière offre encore une foule d'autres effets singuliers sur lesquels nous ne pouvons nous étendre, mais on trouvera des explications plus détaillées sur ces phénomènes intéressans pour les hautes sciences, mais d'une pratique difficile, dans la *Physique* de l'ENCYCLOPÉDIE PORTATIVE, et dans les traités de MM. Biot, Haüy et Beudant.

§ IV. *Du dichroïsme et trichroïsme.*

La réfraction des rayons de lumière donne encore lieu à une propriété particulière des minéraux; propriété à laquelle on a donné le nom de *dichroïsme*. Si on place le corps à essayer entre l'œil et la lumière, on voit alors paraître dans la pierre une ou plusieurs couleurs, suivant le sens dans lequel les rayons la pénètrent. Dans

les cristaux à un seul axe de double réfraction, on n'observe que deux teintes bien distinctes, mais toujours tenant un peu l'une de l'autre. L'une se voit quand la lumière traverse le corps parallèlement à son axe : par exemple, une *tourmaline* offre presque toujours une couleur noir-opaque, parallèlement à son axe, tandis qu'elle paraît verte, brune ou rouge, vue perpendiculairement à cet axe.

D'après les dernières expériences de M. Sorret sur une topaze du Brésil, on peut affirmer l'existence de trois couleurs ou *trichroïsme* dans les cristaux à deux axes de double réfraction. Quant à l'*iris* ou *chatoiement*, et à l'*astérie*, qui souvent sont causées par un effet particulier de la lumière sur ces pierres, nous en avons parlé précédemment à l'article *Couleur*.

§ V. *De la phosphorescence.*

Une propriété bien remarquable dans quelques minéraux est cette lueur plus ou moins vive, pareille à celle du phosphore, qui les entoure et les fait apercevoir quand

on les place à l'obscurité dans des circonstances favorables. Ainsi le *fluate de chaux*, désigné sous le nom de *chlorophane*, demande le secours de la chaleur pour offrir cette phosphorescence après qu'on l'a laissé refroidir. Quelquefois ce phénomène de la phosphorescence par la chaleur n'empêche pas que la même pierre qui perd cette propriété par le refroidissement, ne la recouvre par le frottement. Pour d'autres substances, il suffit même d'une simple exposition au soleil pour acquérir la propriété de luire dans l'obscurité.

La connaissance de la phosphorescence date, suivant M. Brewster, du temps de Benvenuto Cellini; depuis, Boyle, Pallas et Wedgwood, ainsi que beaucoup d'autres, ont fait sur ce phénomène une grande quantité d'expériences; mais aucune n'offre autant d'intérêt que les observations faites de nos jours par MM. Dessaigue, Brewster et Heinrich. Les principales sont les suivantes.

1° *La phosphorescence par choc ou frottement* a lieu dans le silex en le frappant contre un autre silex, et dans la calamine en traînant simplement sur sa surface la pointe d'une

plume ; on la remarque encore dans la ponce et le feldspath, en frottant deux échantillons de la même espèce l'un contre l'autre.

2° *La phosphorescence par chaleur* se fait remarquer sur de la poussière ou de très-petits morceaux de la substance : 1° à un certain degré déterminé de chaleur, d'après M. Dessaigue ; sinon, au-dessus ou au-dessous de ce degré, les corps restent ténébreux. 2° La couleur des lueurs varie suivant le corps; ainsi M. Brewster accorde LA LUMIÈRE BLANCHE *au fluate de chaux* ou *chlorophane aréna-cée*, à *l'arséniate de plomb*, à *la withérite*, au *calcaire magnésien*, au *titane sphène;* LA BLEUE, au *muriate d'argent*, à la *télésie verte*, à la *pétalite*, au *disthène;* LA VERTE, à la *chlorophane hyaline ;* LA JAUNE, au *calcaire spathique*, au *phosphate de chaux*, à la *grammatite de Glentilt*, à la *topaze du Brésil ;* L'ORANGÉE, à l'*harmotome*, à la *grammatite*, *à* l'*anatase*, à l'*aragonite ;* LE ROUGE, à la *tourmaline rubellite*, au *scheelin calcaire*. M. Dessaigue attribue la couleur bleue aux corps purs et pierreux, et le jaune et le vert, à la présence d'oxides réductibles en métal visible.

3° *La phosphorescence par insolation*, c'est-

à-dire par exposition aux rayons directs du soleil, est assez prompte et assez commune, se conservant même assez longtemps. M. Heinrich a remarqué que les rayons rouges ne donnaient aucune phosphorescence, mais qu'elle était durable si elle était communiquée par les rayons bleus, pourvu que la cassure fût fraîche. La lumière ainsi obtenue est blanche pour tous les corps, excepté pour le diamant. Les substances qui la donnent le plus facilement sont : le *sulfate de baryte radié*, le *diamant* dont la lueur est rouge vif, les *fluates*, les *calcaires*, les *sels terreux*, le *sel marin rupestre*, les *sels et oxides métalliques naturels*, le *succin*, le *quarz*.

4° La *phosphorescence par électrisation* se comporte comme celle par insolation, mais est plus durable.

La phosphorescence dans beaucoup de cas, d'après M. Brewster, semble être en rapport avec la structure cristalline; ainsi, prend-on un cristal calcaire appartenant au rhomboïde primitif dont les faces soient bien planes, il reste ténébreux à la chaleur; mais fait-on naître des faces inclinées aux joints,

la phosphorescence paraît sur ces faces inclinées, ce qui pourrait peut-être venir de la réunion des joints qui forment une face comme hérissée d'aspérités, en comparaison des faces parallèles qui sont très-unies. MM. Dessaigue et Heinrich avaient fait aussi cette observation, que suivant qu'une substance est plus ou moins polie, elle est plus ou moins phosphorescente.

On doit en général avoir beaucoup de méfiance pour ce caractère : souvent les échantillons de tel ou tel gisement ou de tel ou tel endroit d'une même substance possèdent différemment cette propriété d'être phosphorescens. Par conséquent, ce phénomène, curieux à la vérité, est peu important en minéralogie, puisqu'il peut dépendre des circonstances dans lesquelles se trouvait le minéral dans la localité où il reposait.

§ VI. *De l'électricité.*

La nécessité nous force d'expliquer ce qu'on trouvera avec d'autres applications dans la partie physique de cette collection; mais celui qui veut s'instruire aime à trou-

ver des routes différentes qui le conduisent au même but et lui facilitent l'intelligence des difficultés dont les sciences sont hérissées. Sans cesse nous cherchons le principe de l'électricité, et nous n'en voyons jamais que les effets. Ce n'est donc qu'à ceux-ci que nous devons nous arrêter.

La propriété des corps électrisés a été connue presque de tous les temps, et ce fut elle qui chez les anciens fit imposer le nom d'*electrum* à notre *ambre jaune* ou *succin*, en voyant qu'après avoir été frotté, il attirait à lui des brins de paille ou autres objets légers dont on l'approchait. Plus tard on s'apercut qu'une multitude d'autres corps, tels que la cire d'Espagne, la résine et le verre possédaient également cette propriété. Alors les physiciens en firent une branche spéciale de leurs études, et reconnurent peu à peu qu'on pouvait développer le fluide électrique, dans les substances, par le frottement, par la pression, par le simple contact ou par la chaleur, et quelquefois sur une même substance par ces quatre moyens l'un après l'autre.

Parmi les corps électrisables, il y en a qui

peuvent l'être immédiatement par un des moyens indiqués, comme les substances pierreuses, vitreuses ou résineuses ; d'autres, comme les métaux, demandent pour conserver cette électricité, à être isolés par des supports faits de matières qui ne laissent point passer facilement le fluide électrique, tels que la cire et le verre, ce qui a fait donner à ceux-ci le nom de *corps isolans*, et aux autres de *minéraux conducteurs*.

Ces deux classes de corps électriques se subdivisent d'après l'espèce d'électricité que chacun d'eux peut acquérir avec plus de facilité. L'un prend l'*électricité vitreuse* ou *positive*, l'autre l'*électricité résineuse* ou *négative*. Mais ces caractères pourraient souvent induire en erreur si on leur accordait une confiance sans réserve ; car le poli ou l'éclat différent des surfaces suffisent pour faire adopter aux substances cristallines une espèce différente d'électricité.

La facilité à retenir ou à perdre cette propriété peut cependant être remarquée avec avantage : ainsi le *spath d'Islande*, ou *carbonate de chaux cristallisé*, l'acquiert par la simple pression des doigts et la conserve

long-temps ; la *topaze* la conserve aussi très-long-temps, même en contact avec des minéraux conducteurs, tandis que le *cristal de roche* et le *diamant* conservent leur vertu électrique à peine un quart d'heure.

Nous avons dit que la chaleur pouvait servir de moyen pour développer immédiatement l'électricité dans quelques corps. La *topaze* et la *tourmaline* sont du nombre ; si on les chauffe, il se forme promptement deux pôles électriques différens ; on sait qu'on appelle pôles deux extrémités dégageant le fluide électrique. Plusieurs phénomènes se font remarquer dans les corps qui peuvent s'électriser par la chaleur : les uns ne sont électriques qu'à un degré donné, les autres, à un certain autre point, renversent leurs pôles, de sorte que celui qui jusqu'à tel degré était résineux devient vitreux, et l'autre fait le contraire.

Cette propriété des molécules d'être dans un état différent d'électricité, découverte par M. Davy, est devenue la base de la théorie de M. Ampère, appelée *doctrine électro-chimique*. D'après cette théorie, ce savant veut que chaque molécule ait une électricité pro-

pre, et que, si par quelques circonstances ces molécules deviennent libres, elles décomposent l'électricité de l'espace et attirent où soient attirées par celles du nom contraire, tandis qu'elles sont repoussées par les molécules d'électricité pareille.

L'électricité paraît donc être de deux espèces, et l'on peut à volonté obtenir l'une ou l'autre de foyers producteurs, desquels on la soutire artificiellement. Ainsi, par exemple, met-on du verre frotté avec de la laine en contact avec une substance, il lui communiquera dans certaines circonstances son état d'électricité vitreuse ou positive; et si l'on emploie la résine au lieu du verre, l'électricité produite sera résineuse. La physique établit ce principe, que tout corps ou point quelconque d'un corps électrisé d'une manière, repousse ceux électrisés pareillement et attirent ceux qui possèdent l'électricité contraire. Dès lors nous rangerons les minéraux dans l'une de ces divisions, suivant le genre d'électricité dont ils peuvent se surcharger après avoir été frottés, chauffés, ou après avoir été mis en position d'en dégager par pression ou par contact.

Plusieurs substances étant conductrices du fluide électrique, comme les métaux, l'eau, les corps humides et les corps organisés à l'état frais, on doit, pour essayer un corps quelconque, le séparer de ces *corps conducteurs*, au moyen de *corps isolans* ou *non-conducteurs*. Ainsi essaie-t-on un morceau de liége en le frottant, on doit l'attacher à un morceau de cire à cacheter ou de verre et le tenir par ces corps isolans, afin que le corps essayé conserve l'électricité qu'il a acquise.

Dès qu'un corps, après avoir été frotté, chauffé, pressé ou électrisé de toute autre manière, attire un corps léger qu'on lui présente, on dit qu'il est *électrisé;* mais quelle est la nature de l'électricité qu'il possède, et comment en mesurer la quantité et le degré d'énergie? C'est au moyen de petits instrumens appelés *électroscopes* et *électromètres*, composés de petits corps très-légers et très-mobiles. Ils sont décrits en détail dans la Physique. M. Haüy a inventé plusieurs de ces petits instrumens spécialement propres aux expériences du minéralogiste.

§ VII. *Du magnétisme.*

Tout le monde connaît la propriété de l'aiguille aimantée; son action, très-bornée dans la science qui nous occupe, n'est guère applicable qu'aux minerais de fer, quoique le nikel et le cobalt soient aussi faiblement magnétiques; un seul minerai de fer possède le *magnétisme polaire*, c'est-à-dire qu'après avoir attiré l'aiguille par un côté, la substance essayée la repousse par le côté diamétralement opposé. Encore faut-il souvent chauffer au rouge le minerai jouissant de cette propriété, pour qu'on puisse l'y observer.

Le *double-magnétisme* est un petit appareil qui rend la sensibilité de l'aiguille beaucoup plus grande en y mettant le fluide magnétique parfaitement en équilibre. Cet appareil se fait naturellement en plaçant l'aiguille sur son pivot, en disposant à une certaine distance, sur le même plan et au niveau de cette aiguille, un barreau, et en tournant les pôles nords les uns vers les autres; on fait avancer en-

suite ce barreau vers l'aiguille; pendant ce mouvement, celle-ci se met à changer de direction, et l'on arrête le mouvement progressif du barreau à l'instant que la position de cette aiguille est perpendiculaire au pôle du barreau; alors l'équilibre est établi; il ne s'agit donc plus que de placer le corps à essayer près du côté de cette aiguille qui regarde le barreau, vis-à-vis du centre d'action, situé dans la partie qui fait un angle obtus avec la direction du barreau (*fig.* 57).

§ VIII. *De la pesanteur spécifique.*

Comme on l'a vu dans le livre précédent, les atomes ou molécules intégrantes des corps ont des pesanteurs très-différentes; mais que cette différence vienne du poids réel de la molécule de l'élément, ou bien soit le résultat de l'agrégation de l'atome de cet élément avec un ou plusieurs atomes d'autres élémens, cela n'est plus ce que l'on considère dans l'examen de la *pesanteur spécifique* ou de la *densité*. La baryte donne un poids proportionnellement plus fort, suivant la quantité qu'il en entre dans le corps; quelquefois, d'après les expériences

de M. Dumas sur la néphéline, le poids de l'atome d'un composé binaire est égal au poids produit par la réunion de chacun des deux atomes composans; mais la température joue le plus grand rôle dans la différence des pesanteurs spécifiques; l'effet général de la chaleur étant d'écarter les molécules, elle augmente le volume et diminue conséquemment sa pesanteur sous un volume donné; ces molécules doivent, à la même température, présenter toujours la même pesanteur; toutefois il faut pour cela que la matière soit pure, sans mélange, cristallisée et non agglomérée par voie de pression; car dans ce cas la pesanteur augmente, et il est quelquefois bon de dilater par la chaleur des corps agrégés par pression, afin de les replacer dans leur état naturel.

Une des expériences scientifiques et physiques les plus importantes pour la détermination des espèces minérales est donc celle de la pesanteur spécifique, c'est-à-dire de la comparaison du poids d'un corps avec celui d'un autre pris pour unité, et cela sans réduire les corps au même volume. Il

a fallu, pour établir ce rapport de poids entre des substances, prendre un corps liquide pour point de comparaison, ce qui a beaucoup facilité dans la manière d'opérer. Car tout le monde peut s'assurer qu'en prenant un flacon rempli d'eau et le plongeant dans un vase également rempli d'eau de même nature, il s'extravasera par-dessus les bords autant de liquide qu'il y en a dans le flacon, plus une quantité égale au volume de ce dernier. La difficulté de peser le liquide échappé a fait rejeter ce moyen, et l'on s'en est tenu à une expérience basée sur ce raisonnement, « qu'un corps plongé dans un liquide y perd de son poids ce que pèse le volume liquide qu'il a déplacé. »

Pour y parvenir il faut peser la substance d'abord dans l'air, puis la peser de nouveau dans l'eau distillée : la différence du second poids avec le premier sera le poids du volume de liquide déplacé, ce qui fournira la pesanteur spécifique du corps. Ce résultat s'obtient avec une balance ordinaire, mais on y arrive plus sûrement avec un instrument établi spécialement pour cet objet. C'est la *balance* ou *aréomètre de Nikolson* qui

se trouve décrite et figurée dans la PHYSIQUE.

La pesanteur de l'eau distillée, à 14° de Réaumur ou 17° centigrades, c'est-à-dire à la température moyenne des appartemens, a été adoptée pour unité et point de comparaison pour tous les corps solides qui ne sont ainsi que les multiples ou sous-multiples de ce liquide. Mais les pesanteurs des gaz ont été calculées d'après celle de l'air prise pour unité, ou 1,000 à 0° centigrade : on doit avoir égard à une dilatation de $\frac{1}{266,67}$ pour chaque degré au-dessus ou au-dessous de 0°; différence causée par le calorique. Quant aux solides, leur dilatation étant presque insensible depuis 0° jusqu'à 100°, on ne doit rien craindre relativement aux erreurs légères que pourraient apporter des changemens de température de 5 ou 6° au-dessus ou au-dessous de ceux que nous venons d'indiquer.

Quand une substance peut s'imbiber du liquide dans lequel on est obligé de la plonger, il faut peser de nouveau ce corps vingt-quatre heures après l'imbibition, et ajouter

l'augmentation de son poids par le liquide, au poids du liquide déplacé.

Si le corps est soluble dans l'eau, il faut lui substituer un autre liquide dont on connaîtra la pesanteur spécifique et dans lequel la substance ne sera pas soluble, tel que le mercure, l'huile de térébenthine, l'esprit de vin, et l'on fera la proportion suivante. $P : P' :: a : x = \frac{a\,p'}{p}$ en appelant a la pesanteur spécifique du liquide employé. C'est-à-dire P, poids du liquide (eau distillée), est à P', poids du corps soluble, comme a, pesanteur spécifique du liquide employé, est à x, pesanteur spécifique cherchée, égalant le nombre de a multiplié par P' et divisé par celui de P seulement. C'est ainsi que l'on a obtenu les pesanteurs spécifiques suivantes des minéraux, dont la liste, mise en ordre, paraît aussi complète pour la première fois et peut être fort utile dans les recherches.

TABLEAU GÉNÉRAL

DES PESANTEURS SPÉCIFIQUES DES MINÉRAUX.

Nota. Le nombre qu'on trouve à la suite des substances indique qu'elles ont une pesanteur spécifique qui peut varier entre le premier et le second nombre.

L'air est pris comme unité pour les substances gazeuses, et l'eau distillée pour les fluides et les solides.

1.

0,07 Naphte ou pétrole.
0,08 Bois altérés.
0,09 Bitume élastique à 1,23.
0,498 Acide boracique.
0,6806 Asbeste tressé à 0,9933.
0,8475 Naphte.
0,8783 Pétrole.
0,9088 Asbeste flexible soyeux.
1,00 Asphalte à 1,60.
1,08 Succin.
1,144 Bitume solide.
1,15 Rétin.
1,20 Lignites à 1,40.
1,23 Bitume élastique.
1,259 Jayet à 1,40.
1,1847 Chlorure d'hydrogène.
—— Acide hydrochlorique.
1,30 Houille à 1,80.
— Humboltite ou oxalate de fer.
1,36 Natron *ou* hydrocarbonate de soude.
1,45 Hydrochlorate d'ammoniac.
1,479 Acide borique.
1,50 Anthracite à 1,80.
— Sulfure de cuivre et de fer.
1,5196 Acide carbonique.
1,58 Mellite à 1,666.
1,60 Hydrochlorate de magnésie.
1,66 Hydrosulfate de magnesie.
— Hydrosulfure d'alumine.
1,70 Carbonate de chaux rhomboédrique.
— Alumine sous-sulfatée.
1,71 Alun.
1,74 Borax.
1,76 Hydrochlorate de chaux.
1,78 Trachyte ou lave.
1,80 Anthracite.
1,84 Hydrosulfate de fer.
1,85 Acide sulfurique.
1,88 Allophane.
1,90 Aragonite.
1,93 Nitre.

2.

2,00 Analcime.
— Mésotype à 2,60.
— Soufre à 2,0332.
— Hydrosulfate de zinc.
2,02 Clorophéite.
2,0499 Quarz résinite noir.
2,05 Sarcolite.
2,08 Graphite à 2,45.
— Dolomie à 2,10.

Suite du Tableau des pesanteurs spécifiques.

2,096 Nitrate de soude.
2,10 Lenzinite.
2,1140 Opale à 2,35.
2,12 Quadrichlorure de sodium.
2,13 Hydrate de magnésie.
2,19 Hydrotrisulfate de cuivre.
— Phosphate d'urane.
2,20 Laumonite.
2,22 Wavellite.
— Oxide noir de cobalt.
2,24 Hydrosulfate de soude.
2,2456 Graphite d'Allemagne.
2,25 Acide sulfureux.
2,26 Hydrosulfate de chaux, ou gypse.
2,27 Scolésite.
2,28 Spinellane.
2,29 Sodalite à 2,37.
2,2950 Hydrophane.
2,30 Anthophyllite.
— Laumonite.
2,3057 Sulfate de chaux fibreuse à 2,50.
2,3108 Sulfate de chaux cristallisé.
2,3117 Sulfate de chaux compacte.
2,3259 Carbonate de chaux fistulaire.
2,333 Harmotome à 2,35.
2,37 Thomsonite.
— Apophyllite à 2,46.
— Amphigène à 2,46.
2,40 Feldspath de potasse à 2,60.
— Sulfate de potasse.
— Hydrate d'alumine.
2,4378 Feldspath rougeâtre.
2,44 Pétallite à 2,55.
2,46 Apophyllite.
2,4775 Oxide d'arsénic.
2,50 Wernerite à 2,70.
— Stilbite rubellan à 2,70.
— Sulfate de chaux.
— Alunite à 2,70.
2,53 Analcyme.
2,54 Arséniate de cuivre rhomboédrique.
2,55 Pétallite.
2,59 Cordiérite à 2,60.
— Boracite.
2,5644 Feldspath limpide.
2,566 Borate de magnésie.
2,5779 Asbeste flexible.
2,5782 Feldspath nacré.
2,58 Sordawalite.
2,5805 Quarz agate prase.
2,3558 Quarz hyalin bleu.
2,5941 Quarz silex à 3,50.
2,60 Quarz-calcédoine pur.
— Triclasite à 2,66.
— Méionite à 2,65.
— Feldspath de soude.
— Pagodite.
— Magnésite à 3,40.
— Stéatite à 2.80.
— Phosphate de fer.
2,6025 Quarz sardoine.
2,6097 Prébnite à 2,69.
3.6111 Carbonate de chaux quarzifère.
2,6137 Quarz-calcédoine cornaline.
2,615 Quarz calcédoine agathe.
2,63 Dipyre.
— Hydrate de magnésie.
2,64 Serpentine.
— Arséniate de chaux.
2,6459 Quarz hyalin gras.
2,653 Quarz hyalin limpide.
2,6542 Quarz hyalin jaune.

Suite du Tableau des pesanteurs spécifiques.

2,6546 Mica jaune.
2,66 Triclasite.
2,6612 Quarz jaspe rouge.
2,6645 Quarz calcédoine agate.
2,6689 Talc à 2,77.
2,6695 Quarz résinite rouge.
2,6701 Quarz hyalin rose.
2,6747 Aragonite coralloïde.
2,6925 Feldspath opalin.
2,6969 Préhnite du Cap.
2,70 Chabasie à 2,7176.
— Gieseckite à 2,90.
— Killinite.
2,7044 Mica blanc.
2,7043 Feldspath vert.
2,7101 Quarz jaspe jaune.
2,7151 Carbonate de chaux limpide.
2,7168 Carbonate de chaux saccharoïde.
2,7176 Chabasie.
2,7182 Carbonate de chaux cristallisé.
2,72 Emeraude à 2,77.
2,73 Glaubérite.
— Hydrate de fer silicifère.
2,74 Ekebergite.
2,7517 Alumine sous-sulfatée alcaline.
2,76 Lapis à 2,94.
2,77 Talc.
2,7902 Talc stéatite compacte.
2,7917 Mica foliacé.
2,80 Amphibole à 3,45.
— Wollastonite à 2,861.
— Arséniate de cuivre octaédrique obtus.
2,80 Giobertite ou Iatrobite.
2,81 Carbonate de Magnésie.
2,8110 Carbonate de chaux concrétionné.
2,8160 Quarz-calcédoine onix.
2,8376 Carbonate de chaux lamellaire, dit marbre de Paros.
2,8378 Carbonate de chaux ferro-manganésifère perlé.
2,86 Wollastonite.
2,87 Talc stéatite ollaire.
2,88 Arséniate de cuivre octaédrique.
2,90 Trémolite.
— Eudyalite.
— Amblygonite.
— Pinite.
— Carbonate de magnésie.
2,92 Pinite de Saxe.
2,925 Amphibole blanc.
2,9267 Aragonite cristallisé.
2,93 Carpholite.
2,9342 Mica noir.
2,94 Lapis.
2,9444 Macle.
2,9454 Lazulite de Sibérie.
2,949 Fluate d'alumine alcalin.
2,95 Néphrite.
2,966 Brôme.
2,98 Pinite.
— Géhlénite.
— Datholite.
— Borate de chaux siliceux.
2,9904 Oxide de fer graphique.
2,9958 Asbeste roide.

3.

3,0 Erlan à 3,01.
— Sidéroschistolite.
— Hétéposite.
3,00 Idocrase à 3,45.
— Diallage.

Suite du Tableau des pesanteurs spécifiques.

3,00 Klaprothite.
— Hydrarséniate cubique de fer.
— Tourmaline à 3,40.
3,0534 Arsénic métallique tuberculeux,
3.0541 Tourmaline brune de Ceylan.
3,06 Euclase,
— Azurite à 3,60.
3,08 Pyrosmalite.
— Hydrochlorate de fer.
5,0893 Tourmaline brune d'Espagne.
3,0882 Idocrase de Sibérie.
3,09 Phosphate de chaux ou apatite.
3,0926 Tourmaline noire.
3,0989 Phosphate de chaux,
3,10 Allanite à 3,40.
— Fluor.
3,11 Wagnérite.
3,12 Hydroxide d'urane.
3,13 Tourmaline bleue.
3,137 Siliciate de titane calcarifère ou titaniate de chaux silicifère.
— Withamite.
3,14 Condrodite.
3,13 Hédenbergite.
3,1555 Tourmaline verte.
— Fluate de chaux limpide.
3,16 Feldspath apyre.
3,19 Triphane.
3,1911 Fluate de chaux rouge.
3,20 Helvine à 3,50.
— Amphibole fibreux ou grammatite.
— Népheline à 3,2741.
— Staurotide à 5,90.
— Andalousite.
3,20 Bisiliciate de manganèse.
— Carbonate de manganèse.
3,21 Axinite verte et diverses à 3,2961.
3,22 Diaspore.
3,2265 Pyroxènes divers à 3,31.
3,24 Achmite.
3,25 Salhite et Diopside à 3,31.
— Amphibole.
3,274 Zurlite.
3,2741 Néphéline.
3,2861 Staurotide.
3,2956 Axinite violette.
3,30 Dioptase.
— Actinote.
— Orpiment à 3,40,
— Anthophillite.
3,33 Haüyne.
3,3333 Amphibole vert.
3,3384 Sulfure rouge d'arsénic.
3,35 Grossulaire à 3,40.
— Cronstédite.
3,3636 Tourmaline.
3,37 Hydroxide de fer.
3,38 Hyperstène.
3,39 Epidote à 3,4529.
3,40 Péridot à 3,4283.
— Hissingérite.
5,409 Idocrase du Vésuve.
3,42 Calamine.
3,4285 Péridot.
3,43 Saphirine.
— Diaspore.
3,44 Arfwésonite.
— Aplome.
3,4402 Sulfure blanc de fer.
3,4444 Diamant du Brésil.
3,4522 Sulfure jaune d'arsénic.
3,4529 Epidote.
3,4771 Peroxide noir de fer à 3,90.

Suite du Tableau des pesanteurs spécifiques.

3,50 Disthène à 3,517.
— Helvin.
— Malachite.
— Topaze.
— Hydrophosphate de cuivre.
— Oxide noir de cérium.
— Peroxide de manganèse à 3,80.
— Peroxide de fer à 3,90.
3,51 Titaniate de fer silicifère.
3,5145 Pinite ou topaze cylindroïde.
3,517 Disthène.
3,5212 Diamant pur et limpide.
3,5236 Oxide de zinc cristallisé.
3,531 Diamant rose.
3,5311 Topaze rouge.
3,5365 Topase du Brésil.
3,5489 Topaze bleu verdâtre.
3,55 Diamant orangé.
3,5535 Topaze limpide.
3,564 Topaze de Saxe.
3,5718 Carbonate vert de cuivre.
3,5731 Oxide de fer hématite.
3,5827 Sulfate de strontiane fibreux.
3,60 Carbonate de fer à 3,80.
— Essonite.
— Carbonate de zinc à 4,33.
— Célestine.
— Spinelle à 3,70.
3,6063 Wernérite.
3,6412 Carbonate bleu de cuivre.
3,675 Carbonate vert de cuivre concrétionné.
2,65 Strontianite.
3,672 Carbonate de chaux ferrifère.
3,675 Carbonate de strontiane.
3,70 Kirghisite.
3,71 Knebellite.
— Acide arsénieux.
— Hydrate de manganèse.
3,79 Spinelle noire ou pléonaste.
3,80 Cymophane.
— Grenat à 4,30.
— Siliciate trimanganésien.
— Anatase à 3,85.
3,82 Ilvaïte.
3,54 Hydroxide de manganèse.
3,8571 Anatase.
3,8731 Corindon harmophane.
3,90 Phosphate de manganèse et de fer.
3,95 Sulfate de strontiane cristallisé de Sicile.
3,96 Titaniate de fer.
3,97 Corindon à 4,2833.
3,9911 Corindon limpide.
3,9941 Corindon bleu.

4

4,0 Polymignite.
4,00 Corindon granulaire ferrifère ou émail.
— Arséniate de cobalt.
— Gadolinite à 4,0147.
— Grenat violet dit Syrien.
4,0106 Corindon hyalin jaune.
4,0326 Chromate de fer.
4,0497 Gadelinite.
4,06 Siliciate de fer calcarifère.
4,0627 Grenat dodécaèdre.
4,0643 Antimoine fondu ou cru.
4,07 Phosphate de cuivre.
4,0769 Corindon hyalin bleu de France.

Suite du Tableau des pesanteurs spécifiques.

4,1006 Sulfure blanc et radié de fer.
4,1025 Oxide de titane de Hongrie.
4,1165 Oxide de manganèse amorphe.
4,1327 Sulfure d'antimoine.
4,15 Oxide de cérium yttrifère.
4,06 Ilvaïte.
4,16 Blende.
4,18 Grenat de Bohème.
4,2437 Fer magnétique à 4,94.
4,2469 Oxide de titane de France.
4,2491 Oxide de manganèse métalloïde.
4,28 Arséniate de cuivre prismatique droit et oblique.
4,2833 Corindon hyalin rouge.
4,29 Withérite.
4,2919 Carbonate de baryte.
4,2984 Sulfate de baryte concrétionné.
4,30 Sulfure d'antimoine.
— Arséniate de cuivre octaèdre.
4,31 Carbonate de bismuth.
— Chromite de fer.
— Sulfure ou pyrite de cuivre.
4,35 Sulfure de cuivre et étain à 5,78.
4,36 Oxide de bismuth.
4,5711 Bismuth métallique arsénifère.
4,3858 Zircon à 4,4161.
4,40 Ruthile.
4,4161 Zircon.
4,4228 Sulfate de baryte cristallisé.
4,43 Atakamite.
4,50 Sulfure de molybdène à 4,7385.
— Sulfure de cuivre et fer ou cuivre pyriteux.
4,5165 Sulfure d'antimoine.
4,5547 Oxide métalloïde de manganèse.
4,52 Sulfure de fer magnétique.
4,5577 Phosphate d'yttria.
4,60 Quadri-sulfure cubique de fer à 4,80.
4,69 Aluminate de zinc ou spinelle zincifère.
4,70 Barytine.
— Fluate de cérium.
4,7385 Sulfure de molybdène.
4,7491 Sulfure de fer cristallisé.
4,75 Chlorure d'argent ou argent corné à 5,60.
4,7563 Oxide de manganèse.
4,80 Sulfure de cuivre à 5,40.
4,78—4,80 Fer magnétique,
— — Quadrisulfure cubique de fer.
— — Sulfure de cuivre.
4,80—4,94 Fer magnétique.
— — Sulfure de cuivre.
4,94—5,00 Sulfure de cuivre jusqu'à 5,40.

5

5,00 Cérite.
— Oxide d'arsénic.
— Argent rouge à 6,00.
— Tantalate d'yttria.
5,0116 Fer oligiste à 5,18.
5,05 Molybdate de plomb.
— Fer oligiste des volcans.
5,32 Sulfure de plomb et argent

Suite du Tableau des pesanteurs spécifiques.

5,338 Sulfure de cuivre.
5,4 Protoxide de cuivre à 5,69.
5,486 Molybdate de plomb.
5,50 Tungstate de chaux.
— Oxide de tantale yttrifère.
5,5637 Sulfure d'argent et antimoine.
5,60 Mispikel.
— Chlorure d'argent.
— Arséniate de plomb.
— Oxide blanc d'antimoine.
5,69 Protoxide de cuivre.
5,570 Bournonite.
— Tellure à 6,20.
5,76 Arsénic.

6

6,00 Sulfure de bismuth.
— Carbo-hydrochlorate de plomb.
603 Chromate de plomb.
9,04666 Arséniate de plomb.
6,0665 Tungstate de chaux.
6,0717 Carbonate de plomb à 6,72.
6,10 Arséniure d'antimoine.
6,12 Sulfo-arséniure de Nikel.
— Sulfure de bismuth et de plomb.
6,30 Sulfate de plomb.
6,35 Arséniure de cobalt.
6,40 Phosphate de plomb.
9,45 Cobalt gris.
6.46 Tantalate de fer et manganèse.
6,48 Fer à 7,80.
6,5223 Fer arsénical.
6,5304 Protoxide d'urane à 7,50.
6,60 Arséniure de Nikel à 7,50.
— Bi-oxide d'urane.
6,70 Antimoine.
— Oxide d'étain.
6,72 Carbonate de plomb prismatique.
6,85 Manganèse.
6,9009 Oxide d'étain noirâtre.
6,9022 Sulfure rouge de mercure à 7,06.
6,909 Phosphate de plomb prismatique jaunâtre d'Hoelgoet.
6,9099 Sulfure d'Argent à 7,06.
6,9348 Oxide d'étain rougeâtre.
6,9411 Phosphate de plomb prismatique vert du Brisgau.

7

7,06 Sulfure d'argent.
— Sulfure rouge de mercure ou cinabre.
— Sulfure d'arsénic et argent.
7,1195 Tungstate de fer et manganèse ou scheelin ferruginé à 7,3333.
7,17 Chlorure de mercure ou calomel.
7,19 Zinc fondu.
7,29 Etain fondu.
7,33 Tungstate de fer et manganèse.
7,44 Fer métallique volcanique.
7,50 Protoxide d'urane.
7,1748 Chlorure de mercure ou calomel.
7,19 Zinc fondu.
7,30 Tungstate de fer et manganèse.

Suite du Tableau des pesanteurs spécifiques.

7,58 Sulfure de plomb cristallisé ou galène.
7,72 Cobalt arsénical.
7,78 Cuivre rouge métallique.
7,80 Fer forgé.
7,82 Tellurure de bismuth.

8

8,00 Tellurure d'or et d'argent à 10,00.
— Tungstate de plomb.
8,11 Arséniure d'argent.
8,53 Cobalt fondu.
8,68 Cuivre métallique de Sibérie.
8,640 Cadmium.
8,89 Cuivre passé à la filière.
8,91 Tellurure de plomb.
8,94 Trioxide de plomb.

9 — 21

9,00 Nikel.
9,02 Bismuth métallique natif.
9,23 Oxide rouge de mercure
9 94 Antimoniure d'argent.
9,82 Bismuth.
9,94 Antimoniure d'argent.
10,59 Argent à 10,47.
11,30 Palladium à 11,80.
11,35 Plomb fondu.
13,56 Mercure.
14,12 Hydrargure d'argent.
15,60 Platine natif en grains.
19,23 Or à 19,30.
19,50 Osmiure d'iridium.
— Iridium.
21,53 Platine.

§ IX. *Étude des caractères des minéraux chez les étrangers.*

Les Anglais n'étudient point les caractères extérieurs comme nous venons de le faire. Après avoir divisé tous les caractères des minéraux en *extérieurs*, *chimiques*, *physiques*, *géognostiques* et *géographiques*, l'Encyclopédie d'Edimbourg envisage : 1° la couleur, 2° la force de cohésion des particules. D'après cela, les substances minérales sont divisées en *solides*, *friables* et *fluides*.

Ensuite, pour chacune de ces classes, on étudie d'abord l'aspect intérieur, celui de la cassure, celui de chaque composé, puis enfin l'aspect général, ainsi que les caractères sensibles au toucher et à l'oreille. Quant à leur base classificative des espèces, presque tous les savans étrangers ont choisi la nature chimique des corps, excepté M. Mosh, qui ne s'est laissé guider, même dans ses grandes classes, que par les caractères physiques; méthode qui paraît mériter d'être plus connue qu'elle ne l'est. Du reste, les méthodes des autres étrangers sont plus minutieuses que les nôtres. En effet, il est souvent inutile de s'arrêter à plusieurs des caractères extérieurs pour se fixer sur l'espèce d'un minéral, et l'on n'a besoin d'avoir recours à une recherche aussi scrupuleuse que pour reconnaître certaines variétés d'avec leurs espèces. Dans beaucoup d'occasions les Anglais se rapprochent du système de Werner, dont nous avons suivi la division pour l'indication des caractères extérieurs et physiques. Sa méthode est une des plus suivies en Allemagne, où l'on compte un grand nombre de minéralogistes très-

distingués. En Suède, c'est la doctrine de M. Berzélius qui domine presque exclusivement. Au surplus, à mesure que l'échange des idées des divers savans de l'Europe a lieu, les opinions se rapprochent, les systèmes se perfectionnent, et il ne peut manquer d'en résulter bientôt une classification minéralogique très-parfaite.

APPENDICE.

DES COLLECTIONS, INSTRUMENS ET VOYAGES MINÉRALOGIQUES.

A peine l'amateur de Minéralogie possède-t-il la connaissance des minéraux et les moyens de les reconnaître, que, bouillant, pour ainsi dire, de surprendre la nature, il prend son vol et court, souvent infructueusement, gravir les montagnes les plus riches. Au lieu de revenir courbé sous le poids d'une abondante récolte, il rentre dans ses foyers harassé de fatigue et plus léger d'argent. Il est donc utile que le naturaliste ne s'abandonne point au hasard, et qu'il sache le but qui le fait voyager, la manière d'entreprendre fructueusement ces voyages, et les instrumens indispensables dont il doit se pourvoir.

Si le but du minéralogiste est de former une ou plusieurs collections, il est bon de lui indiquer les *genres de collections qu'on peut former*, et la *manière de casser*, *de tailler*,

d'étiqueter, *d'emballer* et *d'encaisser ses minéraux*, s'il veut les faire voyager.

§ I. *Des collections et cabinets minéralogiques.*

Il existe six genres de collections, savoir : les *collections de luxe*, *méthodiques*, *cristallographiques*, *géognostiques*, *locales*, et *technologiques* ou *industrielles et d'application.*

1° *Collections de luxe.* Les minéraux rangés dans des armoires vitrées, plus ou moins riches, sont destinés à flatter les yeux du public ; aussi, souvent elles manquent d'ordre dans leur classement.

2° *Collections méthodiques.* Elles servent de guides à l'étude des espèces minérales : des échantillons de ces collections doivent avoir de 1 à 2 pouces carrés. Représentans des classes, familles, genres, espèces et variétés des minéraux, ils doivent tous être rassemblés, et chacun à part, dans de petits cartons mobiles qu'on place dans les tiroirs de petits meubles en forme de médaillers.

3° *Collections cristallographiques.* Ce sont des réunions de cristaux petits et gros, représentant les divers types cristallins, et les

modifications qui s'y rapportent. Une des plus riches en ce genre est celle de l'ancien Cabinet du Roi, actuellement au Collége de France, et confiée aux soins de M. Beudant.

4° *Collections géognostiques.* Les amateurs de ces collections tiennent à avoir les échantillons avec leurs gangues, pour fixer le géologue sur leur gisement.

5° *Collections locales.* Ce sont des réunions méthodiques des minéraux d'un pays, et que tout chef-lieu de département devrait posséder. Le modèle le mieux entendu est la collection de l'école des Mines de Paris.

6° *Collections technologiques.* (Ecoles d'application.) Ces collections doivent présenter tous les minéraux qui peuvent être utiles à l'industrie.

Il faut, autant que possible, que les échantillons soient du même format. Je préfère des bateaux carrés et mobiles pour y placer les minéraux, soit naturellement, soit sur un peu de coton s'ils sont casuels, soit sur un peu de cire dans le cas où ce sont des cristaux. De cette manière, on place l'étiquette dans le petit bateau, et l'on peut

toujours enlever et examiner les échantillons sans être obligé de les toucher, ni de courir par conséquent le risque de les faner ou de les salir. Chaque carton peut revenir à 10 ou 15 centimes.

§ II. *Récolte, préparation, emballage des minéraux.*

Cassure des échantillons. Trouve-t-on une substance curieuse dans une localité, on la casse et on la pare de grandeur sur le lieu même, pour n'être pas en danger de ne pouvoir la remplacer, si, en exécutant plus tard ce travail, on venait à la briser.

Etiquettes. On doit écrire sur place le nom du gisement où l'on prend les échantillons, sur un papier dont on enveloppe provisoirement les minéraux.

Emballage des minéraux. Rentré dans un lieu de repos, soit dans un chalet, soit dans une auberge, on déploie chaque échantillon, l'on replie en quatre l'étiquette provisoire, on enveloppe de nouveau l'échantillon avec un papier souple, on place l'étiquette pliée en quatre sur le premier papier, et l'on en-

veloppe le tout de six ou huit doubles avec un papier plus fort, puis on range les échantillons dans les caisses garnies de papier rogné ou d'étoupes de chanvre, de manière que le côté le plus garni de papier de l'un appuie sur le côté le moins garni de l'autre. On serre le plus possible les échantillons les uns près des autres à chaque rang, et l'on recouvre le tout d'une couche de foin et d'une couche d'emballage; l'on continue ainsi jusqu'au haut. Quant aux échantillons fragiles, avant de les placer dans les papiers, on les entoure de coton ou d'étoupes, en écrivant le nom de l'échantillon sur le dernier papier, pour en faire remarquer la fragilité. Les aiguilles longues, minces et fragiles, se collent avec de la colle forte au fond d'une boîte. Il suffit ensuite d'exposer le fond de cette boîte à la vapeur de l'eau bouillante, pour en détacher facilement l'échantillon. Les sables se mettent dans des fioles de verre, et les cristaux capables de s'effleurir demandent à être enveloppésaussi hermétiquement qu'on le pourra.

Les minéraux une fois arrivés, il faut coller les étiquettes sur les échantillons :

ces étiquettes doivent être de la plus petite dimension possible; elles doivent encore rappeler la localité en toutes lettres, le nom de la substance, de sa variété, enfin de la personne de laquelle on la tient. Les étiquettes, pour les collections cristallographiques, doivent être collées sur les bateaux ou supports des échantillons. Celles des collections technologiques doivent mentionner le nom des établissemens où la substance est mise en œuvre, et sa richesse quand c'est un mineraï.

Déjà l'on connaît les meubles qu'il faut pour exposer les minéraux. Des armoires pour les collections de luxe, et des corps de tiroirs pour celles d'étude. Cependant il est plus commode pour ces dernières, dans les grands établissemens publics, d'exposer les collections sur des tables, sous des cages de verre. Tout le monde, de cette manière, peut voir et étudier sans toucher à rien; telle est celle de l'Ecole des Mines de Paris.

Enfin, que le jeune amateur curieux de ramasser sur les lieux et de l'instruction et des minéraux, ne se figure pas qu'il va trouver ces derniers à volonté; mais les voir

sur place, étudier leur manière d'être dans leurs gisemens, et arracher quelques fragmens plus ou moins réguliers et plus ou moins purs, voilà seulement à quoi il doit borner son ambition et ses espérances : le hasard seul lui procurera quelquefois des morceaux vraiment dignes d'une attention particulière. Cependant qu'il se console : revenu de ses tournées, les capitales de tous les états lui offriront des marchands minéralogistes qui pourront lui procurer à peu de frais les collections qu'il désirerait : une correspondance active avec les habitans des localités les met à même de servir le public selon ses désirs. A Paris, on remarque M. *Leman*, habile minéralogiste, presque toujours chargé d'estimer les riches collections qui se vendent à l'enchère dans cette ville ; puis, MM. *Roussel*, *Mathieu Gaillard*, *Lambotin*, *Launoy* père et fils, *Varin* et *Soyer ;* ces deux derniers s'occupent spécialement des produits des environs de Paris.

§ III. *Des instrumens du minéralogiste.*

La totalité de ces instrumens forme un

nécessaire dont on a fait un petit meuble portatif, à la demande de M. Berzélius, en forme de trousse; mais, à notre avis, les boîtes sont préférables, car ni l'un ni l'autre de ces meubles ne sont assez portatifs pour accompagner la personne même du minéralogiste. Ce dernier doit donc ne prendre avec lui que les instrumens que nous mentionerons plus bas, et se contenter de faire suivre son nécessaire minéralogique de ville en ville, et d'auberge en auberge, avec ses autres bagages, par les voitures publiques.

Ces instrumens se trouvent à Paris chez les meilleurs opticiens, et entre autres chez MM. *Rochette* jeune, *Pixii*, et *Vincent Chevalier* aîné.

Ceux qu'il est indispensable d'avoir, sont:

Un *goniomètre simple :* ceux à *réflexion de Wollaston,* et *id.* d'*Adelmann,* doivent rester au domicile du voyageur.

Un *électromètre simple*, *id. à tourmaline.*

Un *électroscope à pression,* id., *à poil.*

Un *électrophore*, le plus petit possible.

Une *aiguille aimantée* ordinaire.

Un *barreau aimanté.*

Un *appareil à double magnétisme.*

Une *balance de Nikolson*, avec ses poids en grammes et centigrammes.

Un *chalumeau* de M. Le Baillif, avec ses tuyères de rechange, et quelques centaines de capsules d'essai.

Une *pince de platine*, une petite *botte de fil de platine*, une *lame de platine* très-mince, une *cuillère de platine*, et un petit *creuset de platine*, grand comme un dez.

Une *pince à manche de bois* pour chauffer les corps.

Une *pierre de touche* avec ses *toucheaux*.

Des *limes*, un *briquet*, des *burins* de grandeur, trois *marteaux*.

Des *godets* ou *capsules de porcelaine*, et beaucoup de verres de montre.

Des *bâtons de cire d'Espagne* et de *gomme-laque*.

Des *morceaux de verre blanc et noir*.

Des *morceaux de quarz*, de *carbonate de chaux*, de *fluate de chaux*.

Une *lampe* contenant de l'huile et de l'esprit de vin, pour souffler au chalumeau et faire évaporer en même temps.

Nous en avons fait confectionner une

par M. Vincent Chevalier aîné, qui remplit beaucoup mieux le but qu'on se propose, que celle de MM. Berzélius et Le Baillif; elle est simplement composée de deux parallélipipèdes accollés l'un près de l'autre, ayant 3 pouces de haut, et, du reste, fermant comme les autres. Dans l'un des parallélipipèdes on met l'huile, et dans l'autre l'esprit de vin, et entre les deux est une tige sur laquelle se haussent et se baissent les supports, pour faire chauffer les petites capsules et les ballons. J'ai trouvé cette forme plus portative.

Une *bouteille carrée,* en métal s'il est possible, fermant à vis, pour ramasser de l'huile et une autre pour l'esprit de vin, l'une et l'autre avec quelques mèches de rechange.

Enfin, on n'oublira pas les *quarante-trois réactifs* dont nous avons parlé à la suite des analyses par la voie humide.

Voilà tout ce qui peut être utile au minéralogiste, soit en voyage, soit dans son cabinet; car, avec ces secours, il doit reconnaître toutes les substances.

§ IV. *Des voyages minéralogiques.*

Certain, même après un voyage infructueux, de pouvoir compléter ses collections, le minéralogiste, avant d'entreprendre sa tournée, doit consulter les auteurs qui ont exploré les contrées qu'il va parcourir, se munir des cartes les plus détaillées, et, dès que l'itinéraire est bien arrêté, partir sans y rien changer.

Sont-ce des espèces minérales seulement qu'il va chercher, il doit se rendre directement, par la voie la plus prompte, sur les exploitations les plus riches, visiter leurs travaux, et ne choisir les échantillons qu'aux bords des puits ou dans les ateliers de cassage et de triage, s'il veut choisir des cristaux, ou même sur les grandes routes; du reste, il est toujours utile d'obtenir des maîtres ou directeurs des établissemens la permission de faire le choix qu'on désire, et surtout examiner les endroits où la roche est nouvellement mise à nu.

Quoique nous n'ayons aucun conseil à donner au voyageur géognoste, cependant

qu'il nous soit permis de lui dire que c'est spécialement chez lui que la méfiance doit régner, malgré la boussole et les cartes; qu'il s'arrête sur les limites, pénètre dans les ravins, remonte les torrens, et étudie avec le plus grand soin les escarpemens, les superpositions, la nature des couches, ainsi que leur inclinaison et leur direction; car souvent telle roche semble faussement superposée à telle autre, tandis qu'elle ne lui est qu'adossée, et que tel déplacement n'est que partiel. Enfin il doit ramasser et numéroter des échantillons de toutes les couches, afin de pouvoir dresser une carte géognostique des superpositions des diverses formations dans la couche de la contrée qu'il explore; et ici je n'ai pas besoin de lui recommander le plus grand scrupule dans ses observations de température et barométriques.

Méthode de voyager propre au minéralogiste. Deux ou trois marteaux bien trempés, une boussole, un flacon d'acide nitrique, et deux ou trois loupes, voilà les outils que le minéralogiste doit toujours porter avec lui dans ses recherches : le manche de l'un des marteaux peut être construit de façon à servir

de ciseau pour détacher les cristaux avec plus de facilité.

Nous venons de donner l'indication des instrumens adoptés par M. Berzélius ; nous ne passerons pas sous silence une manière de voyager imaginée par M. Brard, minéralogiste distingué, auquel nous empruntons une partie de ces détails minutieux. J'ai fait l'essai de cette méthode, et je m'en suis trouvé très-bien ; elle est commode, peu dispendieuse et de nul embarras. Elle consiste à charger un cheval de deux paniers clissés, bien doublés en dedans, et recouverts de toile cirée : à chaque ville on loue un nouveau cheval avec un guide, en faisant suivre les paquets par les voitures publiques à bureau restant; de cette manière vous voyagez à pied, vous pouvez aller partout, monter même à cheval en cas de fatigue ou de blessure, et vos paniers servent à déposer les minéraux que vous trouvez.

§ V. *Principales localités à explorer en France.*

En terminant ce premier volume, nous engagerons les jeunes minéralogistes voya-

geant en France, et qui désirent satisfaire leur curiosité, de porter spécialement leurs pas dans les contrées suivantes, et de diriger ainsi leur tournée; ils devront visiter:

1° Le *bassin de Paris :* l'étendue des environs de cette capitale a fondé la réputation immortelle de MM. Brongniart et Cuvier.

2° *La Bourgogne* se recommande spécialement par les environs du Creusot et d'Autun.

3° L'*Auvergne*, à chaque pas, vous montre en place tout ce qui tient aux produits volcaniques.

4° Le *Forez* et le *Vivarais* vous offrent encore, et des restes de volcans éteints, et des mines de cuivre, et surtout les fameuses exploitations de houille qui n'ont de rivales pour leurs richesses que celles de l'Angleterre; c'est encore là qu'une école pratique des mines est établie pour former des maîtres et contre-maîtres mineurs.

5° De là on entrera dans l'*Oisan* par Grenoble; on visitera, si l'on veut, les bords du Rhin dans l'ancien Palatinat; puis on entrera en Suisse, et l'on reviendra en France par la Savoie, pour gagner par Toulon et Mar-

seille les *Pyrénées;* on parcourra les *Landes.*

6° L'on entrera ensuite dans le *Limousin.* Grâce aux soins de M. Alluau aîné, fabricant et minéralogiste auquel les sciences et les arts doivent une partie de leurs progrès, cette province a laissé voir, au milieu de ses granits, les richesses qu'elle possédait, et entre autres les fameuses émeraudes blanches et verdâtres, qui s'y trouvent en quantité.

7° Enfin, on terminera son voyage minéralogique en France par la *Bretagne,* qui est remarquable par quelques mines de plomb : le géologue ne verra pas sans plaisir et sans fruit les falaises des côtes de Normandie.

BIOGRAPHIE

DES MINÉRALOGISTES LES PLUS ILLUSTRES,

TANT ANCIENS QUE MODERNES (1).

AGRICOLA (Georges), né à Gleuchen en Misnie en 1494, mourut à Chemnitz en 1555. Il est le premier minéralogiste qui se fit remarquer après la renaissance des sciences en Europe. Après avoir à peu près abandonné la médecine, il étudia la nature sous un autre point de vue; et c'est spécialement la métallurgie qui lui doit beaucoup.

ARISTOTE. Voyez la *Biographie* de la *Morale*, la *Physique*, la *Philosophie*.

BECCHER. Voyez la *Biographie* de la *Chimie*.

BERGMANN (Tobern), né à Catharineberg en 1735, mort à Upsal, en 1784. Ce savant chimiste fut, dans cette dernière ville, l'héritier de la chaire de *Wallérius*. Il est l'auteur d'un des premiers systèmes minéralogiques d'après les principes chimiques, publié en 1782: on y trouve les substances divisées en *sels*, *terres primitives*, *substances phlogistiquées*, *mé-*

(1) *Voy.* pour plusieurs articles, les *Biographies* de la CHIMIE, de la GÉOLOGIE, etc

taux. Appendice : 1° *Combinaisons*, 2° *pétrifications* et *produits volcaniques*. Il n'a considéré les formes que d'une manière très-secondaire.

BORN (Ignace, baron DE), né en 1742 à Carsbourg, en Transilvanie, mort à Vienne en 1791. Ce célèbre minéralogiste perfectionna en Europe l'art d'amalgamer les métaux. Ses travaux furent tellement utiles aux sciences et à son pays, que l'empereur Joseph II lui accorda une protection toute particulière. Il est auteur d'un système minéralogique d'après la composition chimique; il parut en 1772, et divise les substances en *terres calcaires*, *vitrescibles* et *apyres*, *sels*, *substances phlogistiquées; métaux*, *métaux imparfaits*, *pierres composées*. Ce système, comme on voit, a le plus grand rapport avec celui de *Cronsted*.

BUFFON (Georges-Louis Leclerc, comte DE), né à Montbar en 1707, mort à Paris en 1788. Ce savant, qui appartient à toutes les branches des sciences naturelles, ne se fit guère remarquer en minéralogie que par les erreurs dont il a parsemé son histoire des minéraux.

CAPELLER (Maurice-Antoine), né à Lucerne en 1685, mort en 1769. Ce savant porta spécialement ses observations sur les cristaux; et dès 1723, il publia quelques réflexions importantes sur la cristallographie.

CARTHEUSER (Frédéric-Auguste) naquit à Halle en 1734, et mourut à Schierstein en 1796. Elevé par son père, savant chimiste de Francfort sur l'Oder, il donna ses soins plus particulièrement à la minéralogie, et publia, en 1755, une classification divisée d'après les caractères extérieurs, comme il suit : *terres, pierres, sels, substances inflammables, demi-métaux, métaux* et *pétrifications.*

CRONSTED (Axel-Frédéric DE), né en Sudermanie en 1772. On attribue à ce Suédois la découverte du nikel et de la mésotype. Il publia de nouvelles idées sur la classification des minéraux; et c'est à lui qu'on dut, en 1771, un des premiers bons systèmes d'après la composition chimique des corps. Il divisa les corps en TERRES *calcaires pures, siliceuses, granitiques, argileuses, de mica, de fluor, d'asbeste, zéolithe, magnésie;* SELS : *acides, alcalis;* BITUMES; MÉTAUX : *or, argent, platine, étain, plomb, cuivre, fer;* DEMI-MÉTAUX : *mercure, bismuth, zinc, antimoine, arsénic, cobalt, nikel;* ROCHES : *composées, agrégées, transformation des terres et pétrifications.*

DAUBENTON (Louis-Jean-Marie) naquit à Montbar en 1716, et mourut à Paris le 1er janvier 1800. Compatriote et ancien camarade d'enfance du célèbre Buffon, il fut appelé par ce savant pour lui servir de second lors-

qu'il fut nommé intendant du Jardin du Roi. Dès lors Daubenton donna tous ses soins à cet établissement, y créa et mit sur le pied actuel le cabinet du Muséum d'histoire naturelle, où il professa la minéralogie, ainsi qu'au Collége de France, lorsqu'à sa sollicitation le gouvernement y eut attaché une chaire d'histoire naturelle. Il fit paraître, en 1784, un système dans lequel il divisa les substances, d'après leurs caractères extérieurs, en quatre ordres, savoir : PIERRES, SELS FOSSILES, SUBSTANCES COMBUSTIBLES, SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

DOLOMIEU (Déodat-Gui-Silvain-Tancrède de Gratet DE) né en Dauphiné en 1750, mort à Châteauneuf en Charolais, chez M. le comte de Drée, son beau-frère, en 1801. Comme géologue et comme minéralogiste, les travaux de Dolomieu sont du plus grand prix. Nous n'avons pas besoin de faire l'éloge de l'auteur du *Traité de l'espèce minérale*, ouvrage composé au fond des cachots de la Sicile, où il fut jeté avec M. Cordier, à leur retour du voyage de la Commission d'Egypte, dont ils étaient membres. Ce fut Dolomieu qui, le premier, fit une espèce particulière du carbonate de chaux et de magnésie, auquel de Saussure donna le nom de *dolomie*.

EMERLING. Un des nombreux éditeurs des Leçons de Werner.

FOURCROY. Voy. la *Biog.* de la *Chimie.*

GAHN. C'est à ce savant que l'on doit l'application du chalumeau à l'étude des minéraux, instrument si utile et si heureusement perfectionné par de Saussure et M. Berzélius.

GESNER (Conrad), né à Zurich en 1516, mort en 1565. Ce naturaliste, surnommé le Pline de l'Allemagne, se fit remarquer en minéralogie par un petit *Traité sur les fossiles, les pierres et les gemmes*, ce qui attira l'attention sur les pétrifications, les cristaux, et même sur l'électricité de certaines substances, propriété qu'il semble avoir observée l'un des premiers.

HAUY (René-Just), né dans le département de l'Oise en 1740, mort à Paris en 1822. On peut dire que ce respectable et illustre savant, malgré son grand âge, a été enlevé trop tôt à ses nombreux élèves, et surtout à la science à laquelle il était encore si nécessaire, et dont il était devenu le régulateur. Un accident qui lui arriva en laissant échapper de ses mains un cristal qui se brisa, fut l'heureux hasard qui éveilla son attention, et fut cause peut-être de sa haute réputation, en dévoilant à son imagination le parti qu'on pouvait tirer de la structure intime des cristaux. En dévoilant les caractères géométriques des minéraux, en développant, au moyen d'expériences ingénieuses, celles de leurs propriétés physiques qui sont

constantes, il a fourni à la science des bases tellement solides, qu'une partie des minéralogistes ont été jusqu'à penser que l'on pourrait se passer des caractères chimiques pour instituer et classer les espèces minérales.

HENCKEL divisait les minéraux, d'après les caractères extérieurs, en six classes, savoir : les *eaux*, les *substances terreuses*, les *substances sulfureuses*, les *sels*, les *terres*, les *minéraux* et les *métaux*.

KIRWAN (Richard), né en Irlande, et mort à Dublin en 1812, a contribué, comme chimiste, aux progrès de la minéralogie. On lui doit les premières notions sur la strontiane.

KLAPROTH (Martin-Henri) naquit à Berlin en 1743, et y mourut en 1817. Ce chimiste appartient aussi à la minéralogie, car ses nombreuses analyses et ses découvertes de la zircone, du *titane*, de l'*urane*, du *tellure*, du *molybdate de plomb*, le rendent cher à l'une et à l'autre science.

LEHMAN (Jean-Gottlob), né en Allemagne, mourut à Saint-Pétersbourg en 1767. Ce savant rendit de très-grands services en son temps à la minéralogie, et surtout à la métallurgie. Il proposa un système minéralogique dans lequel il divisa les substances, d'après leurs caractères extérieurs, en *terres*, *sels*, *substances inflammables*, *métaux*, *pierres* et *pétrifications*.

LINNEUS ou LINNÉ, né en Suède en 1707, mort à Upsal en 1778. Ce grand homme appartient spécialement à la BOTANIQUE. Nous rappellerons seulement qu'il avait déjà remarqué les formes des cristaux, et qu'il donna, en 1770, un système d'après les caractères extérieurs, dans lequel il divise les substances en PIERRES : *terreuses*, *calcaires*, *argileuses*, *sablonneuses*, *agrégées*; MINÉRAUX : *sels*, *sulfureux*; MÉTAUX ; FOSSILES : *pétrifications*, *concrétions*, *terres*; mais *Wallérius* s'opposa avec succès à ce système.

LUCAS, né à Paris en 1780, mort à Paris le 6 février 1825, a publié des *Tableaux minéralogiques* qui ont encore l'utilité de présenter l'état de la science à l'instant où il écrivait, et de donner des renseignemens précieux sur certains gisemens.

PLINE *l'ancien* ou *le naturaliste* (*Caius Plinius secundus*), né en Italie l'an 23, et mort à Misène, à cinquante-six ans. Homme d'état et général d'armée assez distingué, il fut encore un compilateur infatigable, recueillant avec avidité tout ce qui avait rapport aux phénomènes de la nature. Malheureusement, il mêlait ensemble le vrai et le faux, tellement qu'on pourrait présumer, en le lisant, qu'il avait quelque penchant à la superstition, quoiqu'elle ne soit réservée qu'à l'ignorance, et

Pline était un des savans les plus célèbres de son époque. Il a laissé, sur toutes les branches de l'histoire naturelle, des notes très-précieuses. Le minéralogiste, en les parcourant, voit avec plaisir les changemens survenus dans la science, ainsi que les progrès immenses qu'elle a faits. Tout le monde sait qu'une éruption du Vésuve fut cause de la mort de Pline ; en fuyant, il fut asphyxié par le gaz sulfureux qui s'échappait de la fournaise volcanique. Il paraît que c'est la même éruption qui détruisit les villes d'Herculanum et de Pompéia.

ROMÉ DE LISLE (Jean-Baptiste-Louis), né à Gray en 1736, mort à Paris en 1790. Il a été précurseur d'Haüy en décrivant empiriquement les cristaux, et en faisant connaître que toutes les variétés de formes compliquées pouvaient être considérées comme naissant à l'aide de troncatures sur les angles et les arêtes d'un petit nombre de formes simples. Il divisa les minéraux, d'après leurs caractères extérieurs, en CRISTAUX SALINS : *acide phosphorique universel, alcalis, sels neutres ;* CRISTAUX PIERREUX : *gypse, spath calcaire, spath pesant ou séléniteux, zéolithe, quarz, gemmes du premier ordre*, id. *du deuxième ordre, feldspath, pierres argileuses, roches mélangées par cristallisation, par infiltration et par dépôt ;* CRISTAUX MÉTALLIQUES, DEMI-MÉTAUX : *arsenic,*

antimoine, zinc, bismuth, cobalt, mercure; MÉTAUX : *fer, cuivre, plomb, étain, argent, or.*

SAGE naquit à Paris en 1740, et y mourut en 1824. C'est à ce respectable savant qu'on doit la fondation de l'École royale des mines. Il mourut aveugle et dans le mécontentement de n'avoir pas recouvré, après la révolution, tous les avantages qu'il s'était acquis par de longs et honorables travaux. Il s'était montré, dès l'origine, opposant à l'introduction de la chimie moderne, et il y persista imperturbablement jusqu'à la fin de sa vie.

STRUVE (Henri), né en 1751, dans le canton de Vaud, en Suisse, mort à Lausanne le 29 novembre 1826, inspecteur des mines, et professeur de chimie et de minéralogie. Il avait porté ses observations spécialement sur les salines. Ce savant distingué a prouvé qu'il était aussi bon citoyen, en établissant un legs pour l'abolition de la mendicité dans son canton.

VALMONT DE BOMARE, né en 1731, et mort à Paris en 1807. Ce minéralogiste, auteur du premier *Dictionnaire d'histoire naturelle,* digne de ce nom, qui parut en France, penchait à croire que les filons métalliques étaient le produit d'une sublimation naturelle. Il classait les substances, d'après leurs caractères extérieurs, en *eaux, terres, sables, pierres, sels, pyrites, demi-métaux, métaux, substances in-*

flammables, *productions volcaniques*, *pétrifications*. Ce système, qui parut en 1764, se rapproche beaucoup de celui publié en 1747. Valmont visita la Laponie et l'Islande.

WALLÉRIUS. Il est réellement l'auteur qui, l'un des premiers, mit le plus d'ordre dans la division systématique des minéraux, dont il publia en 1778 une classification d'après les caractères extérieurs, en ayant cependant égard à quelques caractères chimiques; il range les substances en TERRES : *maigres*, *grasses*, *minérales*, *dures* ou *sablonneuses;* PIERRES : *calcaires*, *vitrescibles*, *fusibles*, *apyres*, *roches;* MINÉRAUX : *sels*, *substances inflammables*, *demi-métaux*, *métaux;* CONCRÉTIONS : *pierres poreuses*, *pétrifications*, *pierres figurées*, *calculs*.

WERNER. Son système minéralogique était fondé sur les caractères extérieurs, et prenait jusqu'à un certain point en considération les propriétés chimiques. Les nuances nombreuses qu'il sut établir au milieu de ces caractères, et l'excellente terminologie qu'il inventa à cet effet et qu'il publia en 1774, ne furent bien comprises que lorsqu'il les professa à Freyberg. Il a exercé une très-grande influence sur les progrès de la minéralogie moderne.

WIDMANN, élève de Werner, qui a reproduit avec sagacité les leçons de son maître.

BIBLIOGRAPHIE
MINÉRALOGIQUE,
OU
CATALOGUE RAISONNÉ
DES MEILLEURS OUVRAGES ÉCRITS SUR LA MINÉRALOGIE.

Ouvrages anciens.

WALLERII *brevis introductio in Historiam litt. mineralogicam;* Holmiæ, 1779, 1 vol. in-8°.

On peut en outre voir le *Rapport de* M. CUVIER, *sur le progrès des sciences;* in-8°, 1810.

WALLERII *Systema mineralogicum;* Holmiæ, 1772, 2 vol. in-8° (trad. par d'*Holbach;* Paris, 2 vol., 1783). — Ce travail fut un des premiers efforts de la science pour se placer au rang qu'elle occupe aujourd'hui.

TRAITÉ *des pierres* de THÉOPHRASTE (trad. du grec); Paris, 1754, in-12. — C'est dans cet ouvrage que l'on retrouve une partie des connaissances minéralogiques des anciens.

MINÉRALOGIE, par VALMONT DE BOMARE; Paris, 1774, 2 vol. in-8°, fig. — Cet ouvrage, dont la date s'éloigne déjà de notre époque, nous présente les efforts que l'on com-

mençait à faire pour sortir du chaos où la science se trouvait alors.

SCIAGRAPHIE, par BERGMANN (trad. et augmentée par *Mongez* et *La Mètherie*); Paris, 1792, 2 vol. in-8°, fig. — Ce manuel a été très-utile à l'avancement de la science.

ELEMENTS *of mineralogy*, by Rich. KIRWAN; London, 1794, 2 vol. gr. in-8°. — C'était autrefois un des ouvrages les plus suivis en Angleterre.

CRISTALLOGRAPHIE, par ROMÉ DE LISLE; Paris, 1783, 4 vol. in-8°. — Tout porte à croire que ce fut dans cet ouvrage et dans les leçons de son auteur que le célèbre Haüy puisa les premières idées de son système cristallin.

Ouvrages modernes.

TRAITÉ *de l'espèce minéralogique*, par DOLOMIEU; 1 vol. in-8°, Paris, 1801. — Cet ouvrage, composé dans les cachots de la Sicile, contient une dissertation profonde sur les caractères des minéraux et sur leur nature spécifique.

TRAITÉ *de cristallographie*, par M. HAUY; 2e édit., 1822, 2 vol. in-8°, et atlas in-4°.— 30 fr. — Ce traité contient tout ce qui a rapport à la structure des minéraux, aux calculs des formes primitives et secondaires, et, comme tous les ouvrages fondés sur des applications pures des mathématiques, il est destiné à sub-

sister comme un monument du génie de son auteur.

TRAITÉ *de minéralogie*, par le même; 4 vol., et atlas in-4°, Paris, 1823. — 60 fr. — Cet ouvrage contient toutes les applications que M. Haüy a dû faire de ses découvertes cristallographiques et de ses travaux sur les caractères physiques des minéraux; le tout est coordonné avec les travaux chimiques modernes. Il sera long-temps consulté avec le plus grand fruit : il est d'ailleurs très-remarquable par la manière élégante avec laquelle il est écrit.

TRAITÉ *élémentaire de minéralogie suivant les principes de Werner*, par M. A.-G.-M. Brochant de Villiers; 1818, 2 vol. in-8°, et atlas in-4°.—20 f.—M. Brochant fit paraître cet ouvrage pour faire connaître le système de Werner en France, où il était presque ignoré, et pour établir la concordance des synonymies françaises et allemandes. L'auteur a complètement rempli son but.

TRAITÉ *élémentaire de minéralogie*, par M. Al. Brongniart; Paris, 1807, 2 vol. in-8°. — Dans cet ouvrage, son auteur adopta une partie du système d'Haüy, et modifia souvent avec bonheur le travail de ce savant.

INTRODUCTION *à la minéralogie*, par le même; in-8°, Paris, 1824 (Ext. du *Dict. des sciences nat.*).—Dans cet ouvrage, l'auteur a

refondu à peu près entièrement et sur de nouvelles bases, la classification publiée dans l'ouvrage précédent.

TRAITÉ *élémentaire de minéralogie*, par M. L.-S. Beudant; in-8°, 1824. — 12 fr. — Ce traité, qui porte pour faux titre celui d'*Essai d'un cours élémentaire de minéralogie*, est le traité le plus complet que nous ayons pour ce qui concerne la partie chimique des espèces et les moyens de les reconnaître. Cependant on pourrait peut-être lui reprocher d'avoir trop négligé les essais au chalumeau; du reste, c'est un des meilleurs guides que nous possédions.

NOUVEAU SYSTÈME *de minéralogie*, par M. Berzélius; Paris, 1819, in-8° : 4 fr. — Cet ouvrage a changé la face des classifications minéralogiques fondées sur la nature chimique des minéraux; il a expliqué de la manière la plus ingénieuse leur composition, en faisant usage de la théorie des proportions définies et de la doctrine électro-chimique. Dans un travail subséquent du même genre, publié en 1826 dans les *Annales des Mines*, le savant suédois a classé les minéraux d'après leur élément le plus électro-négatif, tandis que, dans le premier ouvrage, il avait pris pour base l'élément électro-positif.

NOUVEAUX ÉLÉMENS *de minéralogie*, par M. C.-P. Brard; 2e édit., in-8°, 1824, fig.

—9 fr. — Le système d'Haüy a été suivi dans ce traité. C'est celui des ouvrages français qui donne la synonymie la plus exacte, et les jeunes gens y trouveront plusieurs conseils qu'il ne leur sera pas inutile de suivre.

LEÇONS *de minéralogie*; par G.-C. DE LA MÉTHERIE; 1811, 2 vol. in-8°. — Ce travail reproduit les leçons que professait alors ce savant.

TABLEAU *méthodique des espèces minérales*, par G.-A.-H. LUCAS; 1812, 2 vol. in-8°. —16 fr.—Ces tableaux sont encore utiles par un grand nombre de notes sur les gisemens et les localités.

A MANUAL *of mineralogy*, by Arthur AIKIN; London, 1814, in-8°.

A SYSTEM *of mineralogy*, by Rob. JAMESON; Edinburg, 1814, 3 vol. grand in-8°, fig.

AN ELEMENTARY *introduction to mineralogy*, etc., by William PHILLIPS; 3e édit. London, 1823, in-8°.

Ces trois ouvrages ont fait entièrement oublier en Angleterre *la Minéralogie de Kirwan.*

TRAITÉ *de minéralogie*, par M. Frédérich MOHS (allemand. trad. en anglais avec augment., par *W. Haidinger*). — Les minéraux y sont classés d'après la seule considération de leurs caractères physiques, cherchant à imiter en cela les méthodes dites Naturelles de la botanique et

de la zoologie. Il se distingue par de la précision et beaucoup de déterminations cristallographiques nouvelles.

MANUEL *de minéralogie*, par LEONHARD (allemand). — Cet ouvrage est très au courant des nouvelles espèces et des localités où se rencontrent leurs principales variétés. On désirerait une critique plus sévère de la part de l'auteur.

Recueils périodiques.

ANNALES *des Mines;* 6 cahiers in-8° par an. — 20 fr.

ANNALES *des Sciences naturelles;* publiées par MM. AUDOUIN, Ad. BRONGNIART et DUMAS; 12 cahiers in-8° par an. — 36 fr.

BULLETIN *univ. des Sc.*, etc.; dirigé par M. le baron DE FÉRUSSAC. — 2e sect., *Sciences naturelles et de géologie*, partie minéralogique, rédigée par M. G. DELAFOSSE; 12 cahiers in-8° par an. — 26 fr.

On peut encore consulter avec avantage le *Journal des Mines*, l'ancien *Journal de Physique*, les *Annales de physique et de Chimie*, celles de la *Société d'Histoire naturelle*, de la *Société Philomatique*, de la *Société Linnéenne*, les *Mémoires de l'Institut*, ceux du *Muséum d'Histoire naturelle*, ainsi que ceux des diverses sociétés savantes d'Allemagne, d'Angleterre, de Russie et d'Amérique.

FIN DU TOME PREMIER.